

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-359974

(43)Date of publication of application : 13.12.2002

(51)Int.Cl.

H02M 3/28

H02M 3/338

(21)Application number : 2001-341990

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 07.11.2001

(72)Inventor : YAMAGUCHI SUKETOSHI  
NISHIDA AKIO  
TAKEMURA HIROSHI

(30)Priority

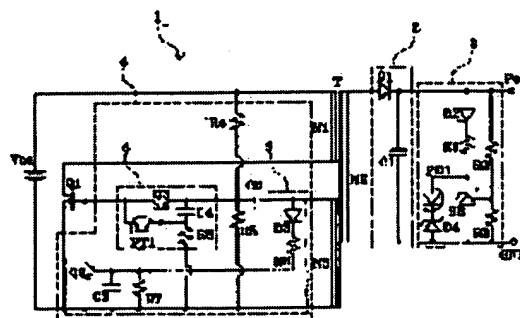
Priority number : 2001088334 Priority date : 26.03.2001 Priority country : JP

(54) SWITCHING POWER SOURCE AND ELECTRONIC APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a switching power source and an electronic apparatus using it capable of cutting power consumption by decreasing a switching frequency sharply under a light load.

SOLUTION: This switching power source is provided with a turning-off circuit 5 that turns off a first switching element Q1 in an 'on' state and a control circuit 4 having an off-period control circuit 6 that further delays turning off the switching element Q1 as the load becomes lighter, based on a feedback signal from an output voltage detecting circuit 3. The off-period control circuit 6, provided in series between a feedback winding N3 and the switching element Q1, has a transistor Q1, a second switching element whose on-off control is performed based on the feedback signal from the output voltage detecting circuit 3. The lighter the load, the lower the switching frequency can be made. Thus, power consumption under the light load can be cut.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	30.09.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3675389
[Date of registration]	13.05.2005
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-359974

(43)Date of publication of application : 13.12.2002

---

(51)Int.Cl. H02M 3/28

H02M 3/338

---

(21)Application number : 2001- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD  
341990

(22)Date of filing : 07.11.2001 (72)Inventor : YAMAGUCHI SUKETOSHI  
NISHIDA AKIO  
TAKEMURA HIROSHI

---

(30)Priority

Priority number : 2001088334 Priority date : 26.03.2001 Priority country : JP

---

(54) SWITCHING POWER SOURCE AND ELECTRONIC APPARATUS USING  
THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a switching power source and an electronic apparatus using it capable of cutting power consumption by decreasing a switching frequency sharply under a light load.

SOLUTION: This switching power source is provided with a turning-off circuit 5 that turns off a first switching element Q1 in an 'on' state and a control circuit 4

having an off-period control circuit 6 that further delays turning off the switching element Q1 as the load becomes lighter, based on a feedback signal from an output voltage detecting circuit 3. The off-period control circuit 6, provided in series between a feedback winding N3 and the switching element Q1, has a transistor Q1, a second switching element whose on-off control is performed based on the feedback signal from the output voltage detecting circuit 3. The lighter the load, the lower the switching frequency can be made. Thus, power consumption under the light load can be cut.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.09.2003

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3675389

[Date of registration] 13.05.2005

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The transformer equipped with the primary winding, the secondary winding, and the feedback winding, and the 1st switching device connected to said primary winding at the serial, Said feedback winding and the control circuit prepared between the control terminals of said 1st switching device, In switching power supply equipment equipped with the rectifier circuit connected to said secondary winding, and the output voltage detector which detects the output voltage outputted from said rectifier circuit, and is fed back to said control circuit The turn-off circuit where said control circuit carries out the turn-off of said 1st switching device of an ON state, Switching power supply equipment characterized by having the "off" period control circuit controlled to become so long that the turn-on of said 1st switching device delayed based on the feedback signal from said output voltage detector and the "off" period of said 1st switching device become a light load.

[Claim 2] Switching power supply equipment according to claim 1 which said "off" period control circuit is prepared between said feedback windings and control terminals of said 1st switching device at a serial, and is characterized by having the 2nd switching device by which on-off control is carried out based on the feedback signal from said output voltage detector.

[Claim 3] Switching power supply equipment according to claim 2 characterized by setting said 2nd switching device to the transistor or n channel FET of an NPN

mold.

[Claim 4] It is switching power supply equipment according to claim 2 or 3 which has the limit circuit where it is made for the control voltage of said 1st switching device not to exceed the predetermined range, and is characterized by constituting this limit circuit including said 2nd switching device.

[Claim 5] The 2nd switching device by which said "off" period control circuit was prepared between said feedback windings and control terminals of said 1st switching device at the serial, It has the time constant circuit by which it is prepared in the control terminal of this 2nd switching device, and a time constant is controlled based on the feedback signal from said output voltage detector. Switching power supply equipment according to claim 1 to 4 characterized by said output voltage detector having regularity or the negative feedback circuit kept almost constant for said feedback signal.

[Claim 6] Switching power supply equipment according to claim 1 to 5 characterized by having the "on" period extension circuit where said turn-off circuit lengthens the "on" period of said 1st switching device, so that the period for which the turn-on of said 1st switching device by said "off" period control circuit is delayed is short.

[Claim 7] It has the 3rd switching device to which the turn-off of said 1st switching device is carried out when said turn-off circuit turns on, while connecting with the control terminal of said 1st switching device. While connecting with the control terminal of said 3rd switching device, said "on" period extension circuit After charging to hard flow at the "off" period of said 1st switching device, it discharges according to the die length of the "off" period of said 1st switching device. Switching power supply equipment according to claim 6 characterized by having the capacitor charged in the forward direction to the electrical potential difference which makes the "on" period of said 1st switching device turn on said 3rd switching device.

[Claim 8] Switching power supply equipment according to claim 1 to 7 characterized by being constituted so that said "off" period control circuit which

said control circuit has, and said turn-off circuit may bring forward the timing which performs the turn-off of said turn-off circuit at the "off" period of said 1st switching device based on the feedback signal from said output voltage detector.

[Claim 9] Switching power supply equipment according to claim 8 characterized by for said "off" period control circuit receiving the feedback signal from said output voltage detector, and connecting the emitter of said photo transistor to said "on" period delay circuit so that the current which has the photo transistor which passes such a big current that it is a light load, and flows said photo transistor may charge said capacitor of a "on" period delay circuit.

[Claim 10] Switching power supply equipment according to claim 1 to 9 characterized by having the electrical-potential-difference supply circuit where said control circuit supplies control voltage to said "off" period control circuit using the electrical potential difference generated in said feedback winding.

[Claim 11] Switching power supply equipment according to claim 1 to 10 characterized by having the constant-voltage regulator equipped with the current antisuckback function prepared between the outputs of the direct current voltage supply which supply driver voltage to said "off" period control circuit using the electrical potential difference generated in said feedback winding, and input power and said direct current voltage supply.

[Claim 12] The electronic instrument characterized by using switching power supply equipment according to claim 1 to 11.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electronic instrument which used switching power supply equipment and it.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, for example, a printer, facsimile, etc., the demand to lessening power consumption of the time of standby, at i.e., the omitting printing actuation time, has been increasing. Lessening power consumption at the time of the own standby of a power unit, i.e., a light load, used for a printer or facsimile as one is called for.

[0003] However, in the switching power supply equipment of a general RCC method, a switching frequency becomes high and has the property in which switching loss increases, so that a load becomes light, and if it remains as it is, reduction of the power consumption at the time of a light load cannot be desired.

[0004] On the other hand, the switching power supply equipment for reducing the power consumption at the time of the light load in the switching power supply equipment of a RCC method is indicated by JP,7-67335,A. By having the circuit which grounds the control terminal of the 1st switching device compulsorily during 1 scheduled time, the switching power supply equipment indicated by JP,7-67335,A is reducing the power consumption at the time of a light load, as the turn-on of the 1st switching device is delayed and a switching frequency does not become more than fixed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the switching power supply equipment indicated by JP,7-67335,A, there is a problem that a switching

frequency cannot be sharply reduced at the time of a light load, and power consumption cannot be referred to as reducing sharply only by making it a switching frequency not become more than fixed.

[0006] Moreover, there is a problem that a switching frequency cannot follow the abrupt change of a load. For example, it is at the light load and heavy-loading time, and when it was set up so that a switching frequency might change a lot and a load changes suddenly from a light load to heavy loading, the fall of an output and a halt of a power source may occur in change of a load, without the ability following a switching frequency. For this reason, there is a problem that a switching frequency cannot be sharply reduced at the time of a light load.

[0007] This invention offers the switching power supply equipment which the switching frequency at the time of a light load can be sharply reduced for the purpose of solving the above-mentioned trouble, and can reduce power consumption, and the electronic instrument using it.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the switching power supply equipment of this invention The transformer equipped with the primary winding, the secondary winding, and the feedback winding, and the 1st switching device connected to said primary winding at the serial, Said feedback winding and the control circuit prepared between the control terminals of said 1st switching device, In switching power supply equipment equipped with the rectifier circuit connected to said secondary winding, and the output voltage detector which detects the output voltage outputted from said rectifier circuit, and is fed back to said control circuit The turn-off circuit where said control circuit carries out the turn-off of said 1st switching device of an ON state, It is characterized by having the "off" period control circuit which is controlled to become so long that the turn-on of said 1st switching device delayed based on the feedback signal from said output voltage detector and the "off" period of said 1st switching device become a light load and to control.

[0009] Moreover, said "off" period control circuit is prepared between said

feedback windings and control terminals of said 1st switching device at a serial, and the switching power supply equipment of this invention is characterized by having the 2nd switching device by which on-off control is carried out based on the feedback signal from said output voltage detector.

[0010] Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by setting said 2nd switching device to the transistor or n channel FET of an NPN mold.

[0011] Moreover, the switching power supply equipment of this invention has the limit circuit where it is made for the control voltage of said 1st switching device not to exceed the predetermined range, and it is characterized by constituting this limit circuit including said 2nd switching device.

[0012] Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by having the time constant circuit by which said "off" period control circuit is established in said feedback winding, the 2nd switching device prepared between the control terminals of said 1st switching device at the serial, and the control terminal of this 2nd switching device, and a time constant is controlled based on the feedback signal from said output voltage detector, and said output voltage detector having regularity or the negative feedback circuit kept almost constant for said feedback signal.

[0013] Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by having the "on" period extension circuit which lengthens the "on" period of said 1st switching device, so that the period for which the turn-on of said 1st switching device according [ said turn-off circuit ] to said "off" period control circuit is delayed is short.

[0014] Moreover, as for the switching power supply equipment of this invention, said turn-off circuit is connected to the control terminal of said 1st switching device. While having the 3rd switching device to which the turn-off of said 1st switching device is carried out by turning on and connecting said "on" period extension circuit to the control terminal of said 3rd switching device After charging to hard flow at the "off" period of said 1st switching device, it discharges

according to the die length of the "off" period of said 1st switching device. It is characterized by having the capacitor charged in the forward direction to the electrical potential difference which makes the "on" period of said 1st switching device turn on said 3rd switching device.

[0015] Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by being constituted so that said "off" period control circuit which said control circuit has, and said turn-off circuit may bring forward the timing which performs the turn-off of said turn-off circuit at the "off" period of said 1st switching device based on the feedback signal from said output voltage detector.

[0016] Moreover, by said "off" period control circuit receiving the feedback signal from said output voltage detector, the switching power supply equipment of this invention has the photo transistor which passes such a big current that it is a light load, and is characterized by connecting the emitter of said photo transistor to said "on" period delay circuit so that the current which flows said photo transistor may charge said capacitor of a "on" period delay circuit.

[0017] Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by having the electrical-potential-difference supply circuit where said control circuit supplies control voltage to said "off" period control circuit using the electrical potential difference generated in said feedback winding.

[0018] Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by having the constant-voltage regulator equipped with the current antisuckback function prepared between the outputs of the direct current voltage supply which supply driver voltage to said "off" period control circuit using the electrical potential difference generated in said feedback winding, and input power and said direct current voltage supply.

[0019] Moreover, the electronic instrument of this invention is characterized by using above switching power supply equipment.

[0020] Thus, by constituting, the power consumption at the time of a light load can be reduced in the switching power supply equipment of this invention, and the electronic instrument using it.

[0021]

[Embodiment of the Invention] The circuit diagram of one example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 1. The transformer T by which switching power supply equipment 1 was equipped with the primary winding N1, the secondary winding N2, and the feedback winding N3 in drawing 1. The 1st switching device Q1 which consists of DC power supplies Vcc and MOSFET which are the input power connected to the primary winding N1 at the serial, It consists of a rectifier circuit 2 connected between the secondary winding N2 and the output terminal Po, an output voltage detector 3 connected to the output terminal Po, and a control circuit 4 prepared between a feedback winding N3 and the gate which is the control terminal of the 1st switching device Q1.

[0022] The rectifier circuit 2 consists of capacitors C1 for smooth connected between the diode D1 connected to the secondary winding N2 at the serial, and the cathode of diode D1 and a gland.

[0023] The output voltage detector 3 consists of a series circuit which consists of the series circuit and resistance R2 which were connected between the output terminal Po and the gland, and which consist of diode D2, resistance R1, and a shunt regulator SR, and resistance R3, and a series circuit of the photodiode PD 1 connected to juxtaposition at the shunt regulator SR, and zener diode D4. The node of resistance R2 and resistance R3 is connected to a shunt regulator's SR control terminal.

[0024] The control circuit 4 consists of the resistance R4 and resistance R5 which were connected, respectively between the node of the turn-off circuit 5 connected to the gate of the 1st switching device Q1, the capacitor C2 connected to the serial between the end of a feedback winding N3, and the gate of the 1st switching device Q1 and the "off" period control circuit 6, and the capacitor C2 and the "off" period control circuit 6, the end of DC power supply Vcc, and the other end. Resistance R4 is a starting resistance.

[0025] Among these, the transistor Q2 of the NPN mold whose turn-off circuit 5 is

the 3rd switching device by which the collector and the emitter were connected to the 1st gate and source of a switching device Q1, respectively, It consists of the resistance R7 and the capacitors C3 which were connected, respectively between the series circuit which consists of diode D3 connected between the end of a feedback winding N3, and the base which is the control terminal of a transistor Q2, and resistance R6, and the base-emitter of a transistor Q2.

[0026] Moreover, the transistor Q3 of the PNP mold whose "off" period control circuit 6 is the 2nd switching device by which the emitter and the collector were connected with the capacitor C2 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively, The photo transistor PT 1 connected between the base-collectors of a transistor Q3 It consists of resistance R8 connected between the capacitor C4 connected between the base-emitters of a transistor Q3, and the base which is the control terminal of a transistor Q3 and the other end (gland) of DC power supply Vcc. The photo transistor PT 1 constitutes the photo coupler with the photodiode PD 1 of the output voltage detector 3.

[0027] Thus, in the constituted switching power supply equipment 1, if the 1st switching device Q1 which suited the ON state carries out a turn-off, a current will flow for the load connected to the output terminal Po through the rectifier circuit 2 by the magnetic energy stored in Transformer T from the secondary winding N2. And after the current which flows to a rectifier circuit 2 disappears from a secondary winding N2, if the transistor Q3 of the "off" period control circuit 6 turns on, the 1st switching device Q1 will carry out [ the gate voltage of the 1st switching device Q1 ] a turn-on exceeding a threshold by applying to the gate of the 1st switching device Q1 the electrical potential difference produced in the emitter of a transistor Q3. With the electrical potential difference of the forward direction (direction where diode D3 serves as forward bias) produced in the feedback winding N3 by it, a current flows into a capacitor C3 through diode D3 and resistance R6, and a capacitor C3 is charged. The time constant of charge of a capacitor C3 is determined with the resistance of resistance R6 and resistance R7, and the capacity value of a capacitor C3. If the both-ends electrical potential

difference of a capacitor C3 reaches a predetermined value by charge, in order for a transistor Q2 to turn on and to short-circuit between the gate-source of the 1st switching device Q1, the 1st switching device Q1 will carry out a turn-off. A current can be supplied to a load with a predetermined electrical-potential-difference value from an output terminal Po by repeating this.

[0028] In addition, since diode D3 is formed in the turn-off circuit 5, when the 1st switching device Q1 becomes off and the electrical potential difference of hard flow (direction where diode D3 serves as a reverse bias) occurs in a feedback winding N3, an electrical potential difference which charges in which direction is not impressed to a capacitor C3, either. Therefore, the charge charged by the capacitor C3 discharges through resistance R7, and the both-ends electrical potential difference of a capacitor C3 is set to 0V after fixed time amount. And since the initial value of the both-ends electrical potential difference of a capacitor C3 is 0V when the electrical potential difference from which diode D3 becomes a feedback winding N3 with forward bias occurs, time amount after the electrical potential difference from which the 1st switching device Q1 carries out a turn-on, and diode D3 serves as forward bias at a feedback winding N3 occurs until the both-ends electrical potential difference of a capacitor C3 reaches a predetermined value is always fixed. Therefore, a period ("on" period) after the 1st switching device Q1 carries out a turn-on until it carries out a turn-off also becomes fixed.

[0029] Next, actuation of the output voltage detector 3 and the "off" period control circuit 6 is explained. In the output voltage detector 3, since it connects with juxtaposition with the shunt regulator SR in the series connection circuit of zener diode D4, a photodiode PD 1 will emit light, if light is not emitted, but an electrical potential difference falls and a shunt regulator SR is turned off, when the electrical potential difference of an output terminal Po is high and a shunt regulator SR is in an ON state. If a photodiode PD 1 emits light, the photo transistor PT 1 of the "off" period control circuit 6 will flow. If a photo transistor PT 1 flows, a transistor Q3 flows and it comes to be able to carry out the turn-on of

the 1st switching device Q1. Conversely, if it says, between un-flowing, a turn-on will be delayed to a transistor Q3, and the 1st switching device Q1 cannot carry out the turn-on of it. Then, the period from which the turn-on of this 1st switching device Q1 is delayed is called turn-on delay period.

[0030] It falls gradually as the electrical potential difference of an output terminal Po has the highest time of a current beginning to flow from a secondary winding N2 and the magnetic energy which a current flows and is stored in Transformer T decreases. Depending on the gravity of the load by which the speed to which an electrical potential difference falls is connected to an output terminal Po, an electrical potential difference falls late like the time of a light load. When the fall of the electrical potential difference of an output terminal Po is slow, luminescence of a photodiode PD 1 is also slow, the flow of a transistor Q3 also becomes slow, and the turn-on of the 1st switching device Q1 also becomes late. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes long, and a switching frequency falls.

[0031] Conversely, at the time of heavy loading, since a photodiode PD 1 emits light early in order for the electrical potential difference of an output terminal Po to fall early, and a transistor Q3 flows early, the turn-on of the 1st switching device Q1 becomes early. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes short, and a switching frequency rises.

[0032] The relation of the load power and the switching frequency in the switching power supply equipment 1 of this invention is shown in drawing 2 as compared with the case of the usual RCC method. It is shown that it is heavy loading that load power is large. The switching frequency is high, so that a switching frequency becomes low and the time of a light load is loading heavily by setting constant the "on" period of the 1st switching device Q1, and controlling a "off" period in switching power supply equipment 1, as shown in drawing 2. Therefore, the switching loss at the time of a light load can be sharply reduced compared with the switching power supply equipment of the conventional RCC method. By this, the power consumption and calorific value at the time of a light

load can be reduced.

[0033] The circuit diagram of another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 3 . In drawing 3 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 1 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0034] In drawing 3 , switching power supply equipment 10 is replaced with the control circuit 4 in the switching power supply equipment 1 of drawing 1 , and has the control circuit 11. Moreover, it replaces with the turn-off circuit 5 in a control circuit 11, and has the turn-off circuit 12. In the turn-off circuit 12, the diode D3 in the turn-off circuit 5 is excluded.

[0035] Here, the Seki change is shown in drawing 4 at the time of the electrical potential difference  $V_{n3}$  generated in the feedback winding N3 in switching power supply equipment 10, and the electrical potential difference  $V_{be}$  between base emitters of a transistor Q2, and actuation of switching power supply equipment 10 is explained to it with reference to this.

[0036] In switching power supply equipment 10, if the 1st switching device Q1 carries out a turn-off and a current comes to flow from a secondary winding N2 to a rectifier circuit 2 when  $V_{be}$  goes up and a transistor Q2 turns on with the electrical potential difference charged by the capacitor C3, the electrical potential difference  $V_{n3}$  generated in a feedback winding N3 will become hard flow. It not only discharges the charge charged since the electrical potential difference of hard flow was impressed to a capacitor C3 by this even in it and a transistor Q2 was turned on by it, but it charges to hard flow. That is, the electrical potential difference  $V_{be}$  between base-emitters of a transistor Q2 becomes negative. In addition, a transistor Q2 is only turned on for a moment in order to carry out the turn-off of the 1st switching device Q1, and it becomes off immediately with the fall of the electrical potential difference  $V_{be}$  between base-emitters.

[0037] If the current from a secondary winding N2 to a rectifier circuit 2 is lost, the electrical potential difference of a feedback winding N3 will be converged to 0V, vibrating, the charge of a capacitor C3 will also discharge through resistance R7

with it, and the both-ends electrical potential difference of the negative direction of a capacitor C3 will fall gently-sloping. That is, the electrical potential difference  $V_{be}$  between base emitters of a transistor Q2 approaches 0V gently-sloping.

[0038] And if the electrical potential difference of an output terminal Po becomes below a predetermined value and the 1st switching device Q1 carries out a turn-on, the electrical potential difference  $V_{n3}$  generated in a feedback winding N3 will serve as the forward direction, and charge of the forward direction of a capacitor C3 will start again. Since the charging time value of a capacitor C3 is long when a turn-on delay period until the 1st switching device Q1 carries out [ the load connected to the output terminal Po ] a turn-on with a light load at this time is long, the both-ends electrical potential difference of the negative direction of a capacitor C3 is small. On the contrary, since the charging time value of a capacitor C3 is short when a turn-on delay period until the 1st switching device Q1 carries out [ a load ] a turn-on by heavy loading is short, the both-ends electrical potential difference of the hard flow of a capacitor C3 is not not much small.

[0039] When charging a capacitor C3 from this condition in the forward direction, time amount until it reaches a both-ends electrical potential difference predetermined in the forward direction becomes short, so that the electrical potential difference of the hard flow as initial value is small. Therefore, the both-ends electrical potential difference of a capacitor C3 becomes a predetermined value, and time amount until a transistor Q2 turns on and the 1st switching device Q1 carries out a turn-off becomes so long that it becomes so short that it becomes a light load and is loading heavily. This means the "on" period of the 1st switching device Q1 becoming so short that a load being light, and becoming so long that a load being heavy. That is, turn-off circuit 12 self will be equipped with the function of a "on" period extension circuit.

[0040] Thus, in switching power supply equipment 10, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes long, a "on" period becomes short, so that a load is light, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes short, and a "on"

period becomes long, so that a load is heavy. However, the point that a switching frequency becomes high is so the same as the case of switching power supply equipment 1 that a switching frequency becomes low and, as for the "on" period of the 1st switching device Q1, the time of a light load is loading heavily, since it is short compared with a "off" period. Therefore, the switching loss at the time of a light load can be sharply reduced compared with the switching power supply equipment of the conventional RCC method, and the power consumption and calorific value at the time of a light load can be reduced.

[0041] Moreover, in switching power supply equipment 10, the "on" period of the 1st switching device Q1 is dependent on the time constant of resistance R6, resistance R7, and a capacitor C3. That is, the stage of the turn-off of the 1st switching device Q1 is determined when the electrical potential difference of a capacitor C3 reaches the ON state voltage of a transistor Q2. By the way, if a load becomes large beyond the need, output voltage will begin to decline. If output voltage declines, in order that the amount of discharge of C3 may decrease, a "on" period decreases. Therefore, a "on" period is shortened by heavy loading more than extent to which an overcurrent flows, so that a load becomes heavy, and the overcurrent protection of the character of "FU" works.

[0042] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 5 . In drawing 5 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 3 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0043] In drawing 5 , switching power supply equipment 20 is replaced with the control circuit 11 which can set drawing 3 switching power supply equipment 10, and has the control circuit 21. Moreover, it replaces with the "off" period control circuit 6 in a control circuit 21, and has the "off" period control circuit 22.

[0044] The transistor Q3 of the PNP mold whose "off" period control circuit 22 is the 2nd switching device by which the emitter and the collector were connected with the capacitor C2 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively, The resistance R9 connected with the transistor Q4 of the NPN mold which

connected the emitter to the gland, and the base of a transistor Q3 between the collectors of a transistor Q4, Photo transistors PT 1 connected to juxtaposition are consisted of by the series circuit of the resistance R10 connected between the emitter of a transistor Q3, and the base of a transistor Q4, and resistance R11, and resistance R11.

[0045] Thus, when a current flows into the base through this and resistance R11, a transistor Q4 turns on, and a transistor Q3 turns on and it comes for the photo transistor PT 1 of the "off" period control circuit 22 to flow, and to be able to carry out the turn-on of the 1st switching device Q1 by it in the constituted switching power supply equipment 20, if the electrical potential difference of an output terminal Po falls and the photodiode PD 1 of the output voltage detector 3 emits light. In addition, R10 is a starting resistance for turning on a transistor Q4 at the time of starting.

[0046] Like the case of the switching power supply equipment 10 shown in drawing 3 , at the time of a light load, luminescence of a photodiode PD 1 is slow, the flow of a transistor Q3 also becomes slow, and the turn-on of the 1st switching device Q1 also becomes late. Therefore, the "on" period of the 1st switching device Q1 becomes short, a "off" period becomes long more than it, and a switching frequency falls. Conversely, since a photodiode PD 1 emits light early at the time of heavy loading and a transistor Q3 flows early, the turn-on of the 1st switching device Q1 becomes early. Therefore, the "on" period of the 1st switching device Q1 becomes long, a "off" period becomes short more than it, and a switching frequency rises.

[0047] Thus, in switching power supply equipment 20, like switching power supply equipment 1 or the case of 10, by controlling the "off" period of the 1st switching device Q1, the switching frequency is high, so that a switching frequency becomes low and the time of a light load is loading heavily. Therefore, the switching loss at the time of a light load can be sharply reduced compared with the switching power supply equipment of the conventional RCC method. By this, the power consumption and calorific value at the time of a light load can be

reduced.

[0048] Moreover, compared with drawing 1  $R > 1$ , the switching power supply equipment 1 of drawing 3, or 10, the turn-on of a transistor Q3 and speedup of a turn-off can be aimed at by forming a transistor Q4 between the base of a transistor Q3, and a gland.

[0049] That is, since speed is decided by the amount of charges in which the turn-on of the 1st switching device Q1 is charged by per unit time amount at the gate, the turn-on of the 1st switching device Q1 becomes early, so that the turn-on of a transistor Q3 is quick. However, the standup of a photo transistor PT 1 and falling time amount have the long period when a transistor Q3 operates in switching power supply equipment 1 or 10 in an active region since it is very long compared with a general transistor, and the switching loss of Q1 becomes large. On the other hand, with switching power supply equipment 20, although a transistor Q4 has the long time amount which operates in an active region, a transistor Q3 becomes short and can reduce switching loss of the 1st switching device Q1.

[0050] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 6. In drawing 6, the same notation is given to a part the same as that of drawing 5, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0051] In drawing 6, switching power supply equipment 30 is replaced with the output voltage detector 3 which can set drawing 5 switching power supply equipment 20, and has the output voltage detector 31. Moreover, it replaces with a control circuit 21 and has the control circuit 32. Furthermore, in the control circuit 32, while the resistance R5 which it had is excluded, resistance R21 is connected between the gate sources of the 1st switching device Q1, and it replaces with the "off" period control circuit 22 further, and has the "off" period control circuit 33 in the control circuit 21. In addition, resistance R5 and resistance R21 are for preventing that an excessive current is flowed and damaged to the 1st switching device as the 1st switching device does not

perform switching operation, when the output voltage of DC power supply  $V_{cc}$  declines.

[0052] The output voltage detector 31 excludes the diode D2 in the output voltage detector 3, and zener diode D4, connects a photodiode PD 1 to a serial between resistance R1 and a shunt regulator SR, and is constituted.

[0053] The transistor Q3 of the PNP mold whose "off" period control circuit 33 is the 2nd switching device by which the emitter and the collector were connected with the capacitor C2 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively, The resistance R9 connected with the transistor Q4 of the NPN mold which connected the emitter to the gland, and the base of a transistor Q3 between the collectors of a transistor Q4, The capacitor C6 connected between the emitter-bases of a transistor Q3, It consists of resistance R13 connected between the end (end of a primary winding N1) of DC power supply  $V_{cc}$ , and the base of a transistor Q4, and a photo transistor PT 1 connected between the base-emitters of a transistor Q4.

[0054] Thus, in the constituted switching power supply equipment 30, a fall of the electrical potential difference of an output terminal Po stops luminescence of the photodiode PD 1 of the output voltage detector 31. Since the flow of the photo transistor PT 1 of the "off" period control circuit 33 is intercepted by this, a transistor Q4 flows, the base electrical potential difference of a transistor Q3 falls and turns on, and it comes to be able to carry out the turn-on of the 1st switching device Q1 according to the current which flows into the base through resistance R13.

[0055] On the other hand, if the 1st switching device Q1 turns off when a transistor Q2 turns on, the electrical potential difference of hard flow will occur in a feedback winding N3, a capacitor C6 will be made to discharge, and a transistor Q3 will be turned OFF. In order that a secondary electric power supply may start and the terminal voltage of a transformer may be reversed with the turn-off of the 1st switching device Q1, a forward electrical potential difference cannot be supplied to the gate of the 1st switching device Q1, but it stops

furthermore, being able to carry out the turn-on of the 1st switching device Q1.

[0056] Contrary to the case of the switching power supply equipments 1, 10, and 20 shown in drawing 1, drawing 4, and drawing 5, a luminescence halt of a photodiode PD 1 becomes slow at the time of a light load. Therefore, the flow of a transistor Q3 also becomes slow and the turn-on of the 1st switching device Q1 also becomes late. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes long, and a switching frequency falls. Conversely, since a photodiode PD 1 carries out a luminescence halt early at the time of heavy loading and a transistor Q3 flows early, the turn-on of the 1st switching device Q1 becomes early. By this, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes short, and a switching frequency rises.

[0057] Thus, in switching power supply equipment 30, like the case of switching power supply equipment 1, 10, or 20, by controlling the "off" period of the 1st switching device, the switching frequency is high, so that a switching frequency becomes low and the time of a light load is loading heavily. Therefore, the switching loss at the time of a light load can be sharply reduced compared with the switching power supply equipment of the conventional RCC method. By this, the power consumption and calorific value at the time of a light load can be reduced.

[0058] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 7. In drawing 7, the same notation is given to a part the same as that of drawing 5, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0059] In drawing 7, switching power supply equipment 40 is replaced with the control circuit 21 which can set drawing 5 switching power supply equipment 20, and has the control circuit 41. Moreover, in the control circuit 41, while the resistance R5 which it had is excluded, resistance R21 is connected between the gate sources of the 1st switching device Q1 like the case of the switching power supply equipment 30 of drawing 6, and it replaces with the "off" period control circuit 22 further, and has the "off" period control circuit 42 and the electrical-

potential-difference supply circuit 43 in the control circuit 21.

[0060] The transistor Q3 of the PNP mold whose "off" period control circuit 42 is the 2nd switching device by which the emitter and the collector were connected with the capacitor C2 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively, The resistance R9 connected with the transistor Q4 of the NPN mold which connected the emitter to the gland, and the base of a transistor Q3 between the collectors of a transistor Q4, It consists of resistance R11 connected between the emitter of a transistor Q3, and the base of a transistor Q4, and resistance R12 connected between the emitter of a photo transistor PT 1 and a photo transistor PT 1, and the base of a transistor Q4.

[0061] The electrical-potential-difference supply circuit 43 consists of series circuits of the diode D6 connected between the end of a feedback winding N3, and the other end, and a capacitor C7. The node of diode D6 and a capacitor C7 is connected to the collector of the photo transistor PT 1 of the "off" period control circuit 42. That is, the electrical-potential-difference supply circuit 43 supplies control voltage to the "off" period control circuit 42. In addition, since it is the driver voltage for the photo transistor PT 1 which receives the feedback signal from [ from the electrical-potential-difference supply circuit 43 ] not an electrical potential difference but an output voltage detector for the electrical potential difference supplied to drive the whole "off" period control circuit 42, an expression called the control voltage for the "off" period control circuit 42 is used here.

[0062] Thus, in the constituted switching power supply equipment 40, when the 1st switching device Q1 turns on, a capacitor C7 is charged with the electrical potential difference of the forward direction generated in a feedback winding N3. And if the electrical potential difference of an output terminal Po falls and the photodiode PD 1 of the output voltage detector 3 emits light, since the photo transistor PT 1 of the "off" period control circuit 42 will flow, a transistor Q4 turns on according to the current which flows into the base through a photo transistor PT 1 and resistance R12 from a capacitor C7, and a transistor Q3 turns on and it

comes to be able to carry out the turn-on of the 1st switching device Q1 by it.

[0063] Like the case of the switching power supply equipments 1, 10, and 20 shown in drawing 1, drawing 3, and drawing 5, at the time of a light load, luminescence of a photodiode PD 1 is slow, the flow of a transistor Q3 also becomes slow, and the turn-on of the 1st switching device Q1 also becomes late. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes long, and a switching frequency falls. Conversely, since a photodiode PD 1 emits light early at the time of heavy loading and a transistor Q3 flows early, the turn-on of the 1st switching device Q1 becomes early. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes short, and a switching frequency rises.

[0064] Moreover, since the current passed to a photodiode PT 1 is supplied from the electrical-potential-difference supply circuit 43 unlike the case of the switching power supply equipment 20 shown in drawing 5, also in the ringing at the time of heavy loading, a transistor Q4 can be turned on with the current stabilized (while the both-ends electrical potential difference of a feedback winding N3 is vibrating), and malfunction can be prevented.

[0065] Thus, in switching power supply equipment 40, like the case of switching power supply equipment 1, 10, or 20, by controlling the "off" period of the 1st switching device, the switching frequency is high, so that a switching frequency becomes low and the time of a light load is loading heavily. Therefore, the switching loss at the time of a light load can be sharply reduced compared with the switching power supply equipment of the conventional RCC method. By this, the power consumption and calorific value at the time of a light load can be reduced.

[0066] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 8. In drawing 8, the same notation is given to a part the same as that of drawing 1, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0067] In drawing 8, switching power supply equipment 50 is replaced with the output voltage detector 3 which can set drawing 1 switching power supply

equipment 1, and has the output voltage detector 51. In the output voltage detector 51, the negative feedback circuit 52 which consists of a series circuit of resistance R14 and a capacitor C8 between the nodes of the resistance R1, a shunt regulator's SR node and resistance R2 in the output voltage detector 3, and resistance R3 is connected. The time constant circuit is constituted by the capacitor C4 and the photo transistor PT 1. Moreover, the capacity is enlarged in order to use the capacitor C4 of the "off" period control circuit 6 as a capacitor of a time constant.

[0068] Thus, in the constituted switching power supply equipment 50, the 1st switching device Q1 carries out a turn-off, since the negative feedback circuit 52 is located in the output voltage detector 51 in the situation that the electrical potential difference of an output terminal Po rises when a current flows out of a secondary winding N2 into a rectifier circuit 2, the current which flows to a photodiode PD 1 does not decrease rapidly, and a photo transistor PT 1 always operates in an active region. Therefore, the electrical potential difference between terminals of the capacitor C4 which constitutes a time constant circuit rises gradually, a transistor Q3 turns it on after fixed time amount, and the 1st switching device Q1 carries out a turn-on further.

[0069] That is, ON / OFF of a photodiode PD 1, as a result a switching frequency are decided by switching power supply equipment 50 with the time constant of the negative feedback circuit 52 to that (the output ripple could not but decide the switching frequency to become a desired value) with which it was dependent on change (output ripple) of the electrical potential difference of an output terminal Po as it is with switching power supply equipment 1, the photodiode PD 1 turned on / turned off, and it was decided that a switching frequency would be. Therefore, an output ripple and a switching frequency can be set as arbitration, respectively.

[0070] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 9 . In drawing 9 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 6 , or equivalent,

and the explanation is omitted.

[0071] In drawing 9, switching power supply equipment 60 is replaced with the output voltage detector 31 which can set drawing 6 switching power supply equipment 30, and has the output voltage detector 61. In the output voltage detector 61, the negative feedback circuit 62 which consists of a series circuit of resistance R15 and a capacitor C9 between the nodes of the photodiode PD 1, a shunt regulator's SR node and resistance R2 in the output voltage detector 31, and resistance R3 is connected. Moreover, it replaces with the control circuit 32 in switching power supply equipment 30, and has the control circuit 63. Moreover, in the control circuit 63, it replaces with the "off" period control circuit 33, and has the "off" period control circuit 64. In the "off" period control circuit 64, the capacitor C10 for constituting a time constant circuit with resistance R13 and a photo transistor PT 1 is formed in juxtaposition at the photo transistor PT 1.

[0072] Thus, in the constituted switching power supply equipment 60, the 1st switching device Q1 carries out a turn-off, since the negative feedback circuit 62 is located in the output voltage detector 61 in the situation that the electrical potential difference of an output terminal Po rises when a current flows out of a secondary winding N2 into a rectifier circuit 2, the current which flows to a photodiode PD 1 does not decrease rapidly, and a photo transistor PT 1 always operates in an active region. Therefore, the electrical potential difference between terminals of the capacitor C10 which constitutes a time constant circuit rises gradually, a transistor Q4 turns it on after fixed time amount, a transistor Q3 turns it on, and the 1st switching device Q1 carries out a turn-on further.

[0073] That is, ON / OFF of a photodiode PD 1, as a result a switching frequency are decided by switching power supply equipment 60 with the time constant of the negative feedback circuit 62 to that (the output ripple could not but decide the switching frequency to become a desired value) with which it was dependent on change (output ripple) of the electrical potential difference of an output terminal Po as it is with switching power supply equipment 30, the photodiode PD 1 turned on / turned off, and it was decided that a switching frequency would be.

Therefore, an output ripple and a switching frequency can be set as arbitration, respectively.

[0074] Moreover, when a photo transistor PT 1 is a high impedance, in order that a photodiode PD 1 does not emit light, but the 1st switching device Q1 may carry out a turn-on, there is also a merit that a bootstrap circuit can be constituted easily.

[0075] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 10 . In drawing 10 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 9 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0076] In drawing 10 , switching power supply equipment 80 is replaced with the control circuit 63 in the switching power supply equipment 60 of drawing 9 , and has the control circuit 81. Moreover, in the control circuit 81, it replaces with the "off" period control circuit 64, and has the "off" period control circuit 82. And resistance R4 is deleted.

[0077] In the "off" period control circuit 82, the transistor Q8 of an NPN mold is formed as the 2nd switching device. The collector of a transistor Q8 is connected to a capacitor C2, an emitter is connected to the gate of the 1st switching device Q1, and the base is connected to the end of DC power supply Vcc through resistance R20. Moreover, the collector of a transistor Q4 is connected to the base of a transistor Q9, the collector of a transistor Q9 is connected to the base of a transistor Q8, and the emitter is connected to the other end of DC power supply Vcc. The base of a transistor Q9 is connected to the end of DC power supply Vcc through resistance R19 at the other end of DC power supply Vcc through resistance R18, respectively. And the base of a transistor Q8 is connected to the other end of DC power supply Vcc through zener diode D8.

[0078] By comparing with the switching power supply equipment 60 of drawing 9 which uses the transistor of an PNP mold as the 2nd switching device hereafter explains the operation effectiveness of switching power supply equipment 80.

[0079] First, in switching power supply equipment 60, starting conditions are as

the following formula.

$$v_{cc}r_a/(r_4+r_a) > V_{th} (Q1)$$

Among these, for  $v_{cc}$ , the electrical potential difference of DC power supply  $V_{cc}$  and  $r_a$  are [ the resistance of resistance  $R_4$  and  $V_{th} (Q1)$  of the parallel resistance value of resistance  $R_9$  and  $R_{21}$  and  $r_4$  ] the threshold electrical potential differences of the 1st switching element  $Q1$ . In addition, the voltage drop in transistors  $Q3$  and  $Q4$  is disregarded.

[0080] Here, the value of resistance  $R_9$  influences the switching rate of a transistor  $Q3$ , the base current of a transistor  $Q3$  becomes small, its current amount of supply to the gate of the 1st switching device  $Q1$  also decreases by it, so that this is large, and the switching speed of the 1st switching device  $Q1$  becomes slow. Since switching loss will increase if the switching speed of the 1st switching device  $Q1$  becomes slow, the value of resistance  $R_9$  is not made not much greatly. And unless it can enlarge the value of resistance  $R_9$ , in order to fulfill starting conditions, the value of resistance  $R_4$  cannot be enlarged, either. Since resistance  $R_4$  is a starting resistance, that this value cannot be enlarged means that loss by resistance  $R_4$  cannot be made small.

[0081] On the other hand, in the case of switching power supply equipment 80 using the transistor  $Q8$  of an NPN mold as the 2nd switching device, starting conditions become like the following formula.

$$v_{cc}r_{21}/(r_{20}+r_{21}) > V_{th} (Q1)$$

Among these,  $r_{21}$  is the resistance of resistance  $R_{21}$ .

[0082] In this case, since  $R_{21}$  is resistance for preventing that the 1st switching device  $Q1$  carries out switching operation when the output voltage of DC power supply  $V_{cc}$  declines, it can make resistance high and can also make the resistance of resistance  $R_4$  high according to it. Consequently, loss by resistance  $R_4$  can be made small.

[0083] Thus, in switching power supply equipment 80, reduction of loss can be aimed at by using the transistor  $Q8$  of an NPN mold as the 2nd switching device.

[0084] In addition, although switching power supply equipment 80 uses the

transistor of an NPN mold for the 2nd switching device in switching power supply equipment 60, it does so the operation effectiveness with the same said of what used the transistor of an NPN mold for the 2nd switching device in the switching power supply equipments 1, 10, 20, 40, 50, and 60 shown in drawing 1, drawing 3 R> 3, drawing 5, drawing 7 - drawing 9.

[0085] By the way, in the switching power supply equipment 80 of drawing 10, zener diode D8 is connected between the bases of a transistor Q8 and the other ends of DC power supply Vcc which are the 2nd switching device. This zener diode D8 constitutes the limit circuit with the transistor Q8, and it has restricted it so that the gate voltage (control voltage) of the 1st switching device Q1 may not exceed the predetermined range by this. That is, the gate voltage of the 1st switching device Q1 is  $V_{gs}(Q1) = V_z(D8) - V_{be}(Q8)$  at the maximum.

It is alike and is restricted. Here,  $V_{gs}(Q1)$  is [ the zener voltage of zener diode D8 and  $V_{be}(Q8)$  of the electrical potential difference between the gate sources of the 1st switching device Q1 and  $V_z(D8)$  ] the electrical potential differences between base emitters of a transistor Q8. Therefore, when the range of input voltage like a worldwide input is wide, it can prevent that the control voltage of the 1st switching element exceeds the predetermined range.

[0086] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 11. In drawing 11, the same notation is given to a part the same as that of drawing 9, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0087] In drawing 11, switching power supply equipment 65 is replaced with the control circuit 63 in the switching power supply equipment 60 of drawing 9, and has the control circuit 66. And in the control circuit 66, it replaced with the "off" period control circuit 64, the "off" period control circuit 67 was replaced with the turn-off circuit 12, and it has the turn-off circuit 68. The changed part from the "off" period control circuit 64 of the "off" period control circuit 67 and the turn-off circuit 68 and the turn-off circuit 12 is only that the emitter of the photo transistor PT 1 of the "off" period control circuit 67 is connected to the base of the transistor

Q2 of the turn-off circuit 68.

[0088] Thus, actuation of the constituted switching power supply equipment 65 is explained below.

[0089] First, the 1st switching device Q1 carries out a turn-off, and while the electrical potential difference between terminals of the capacitor 10 which constitutes a time constant circuit is rising gradually, the current which flows a photo transistor PT 1 turns into the charging current of the forward direction of the capacitor C3 connected to the base of a transistor Q2. That is, it is constituted so that the timing which performs the turn-off of the turn-off circuit 68 at the "off" period of the 1st switching device Q1 based on the feedback signal from the output voltage detector 61 may be brought forward.

[0090] The fall of output voltage is so slow that it is a light load, since there are many currents which flow to a photodiode PD 1, the resistance of a photo transistor PT 1 is small, there is little charging current of a capacitor C10, and there is much charging current of the capacitor C3 which minds a photo transistor PT 1 conversely. therefore, while the 1st switching device Q1 is off, until charge of the capacitor C3 is carried out to some extent. And if charge of a capacitor C10 progresses and the electrical potential difference between terminals rises to a predetermined value, a transistor Q4 turns on, a transistor Q3 turns on, and the 1st switching device Q1 carries out a turn-on further. if the 1st switching device Q1 is turned on, a capacitor C3 will be charged according to the current which flows in through resistance R6 from a feedback winding N3, but since until charge of the capacitor C3 has already been carried out to some extent, the electrical potential difference between terminals of a capacitor C3 reaches the level which makes a transistor Q2 turn on immediately, a transistor Q2 turns it on, and the 1st switching device Q1 carries out a turn-off. Thus, since a capacitor C3 is charged according to the current which flows a photo transistor PT 1 when the 1st switching device Q1 is OFF at the time of a light load, the timing which performs the turn-off of the turn-off circuit 68 is brought forward, and the "on" period of the 1st switching device Q1 is shortened. Thus, at the time of a light

load, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes long, and a "on" period becomes short conversely.

[0091] On the other hand, at the time of a rated load, since the current which flows to a photodiode PD 1 decreases, the resistance of a photo transistor PT 1 becomes somewhat large, the charging current of a capacitor C10 increases, and the charging current of the capacitor C3 which minds a photo transistor PT 1 conversely decreases. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 is shortened, and a "on" period becomes long conversely.

[0092] And since a current hardly flows to a photodiode PD 1, the resistance of a photo transistor PT 1 becomes quite large, as the result, at the time of heavy loading, a capacitor C10 will be kept almost constant, and transistors Q4 and Q3 will always be in an ON state at it. Moreover, most currents which charge a capacitor C3 through a photo transistor PT 1 are lost. In this condition, if the magnetic energy stored in Transformer T finishes flowing out of a secondary winding N2 as a current in order that the "off" period control circuit 67 may not operate substantially, with the kick electrical potential difference generated in a feedback winding N3, the 1st switching device Q1 will carry out a turn-on, and a current will begin to flow to a primary winding N1. Namely, at the time of heavy loading, it comes to operate in current criticality mode like the switching power supply equipment of the usual RCC method.

[0093] As mentioned above, in switching power supply equipment 65, while controlling a "off" period at the time of a light load, control of a "on" period can also be performed. Moreover, since it can be made to operate in current criticality mode at the time of heavy loading, compared with switching power supply equipment like switching power supply equipment 60 which always operates in current discontinuity mode, the current peak in the period when only a part without the idle period of a current flows a current can be controlled. since, as for the loss inside switching power supply equipment, the direction of flow loss [ switching loss ] becomes dominant at the time of heavy loading -- the time of heavy loading -- being alike -- switching power supply equipment 65 of loss

becomes less than switching power supply equipment 60.

[0094] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 12 . In drawing 12 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 10 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0095] Switching power supply equipment 90 is equipped with the constant-voltage regulator 91 and direct current voltage supply 92 in drawing 12 . drawing 12 -- setting -- an A point -- the end (end of a primary winding N1) of DC power supply Vcc -- in the B point, C point means the other end (the other end of a feedback winding N3, gland) of DC power supply Vcc, and D point means the node of resistance R13, R18, and R20 for the end of a feedback winding N3. In addition, in drawing 10 , D point is connected at the A point.

[0096] First, the constant-voltage regulator 91 consists of resistance R21 and R22, a transistor Q10, zener diode D9, and diode D10. The collector of a transistor Q10 is connected through resistance R21 at an A point, the base is connected to C point through zener diode D9, and the emitter is connected to D point through diode D10. The base of a transistor Q10 is connected through resistance R22 also at the A point. Thus, by constituting, the base electrical potential difference of a transistor Q10 is constant-voltage-ized by the zener voltage of zener diode D9, and, as a result, the emitter of a transistor Q10 is constant-voltage-ized by the value lower about 0.6v than the base.

[0097] On the other hand, direct current voltage supply 92 are the rectifier circuits which consisted of diode D11 and a capacitor C11, and what rectified the electrical potential difference generated in a feedback winding N3 appears in the cathode of diode D11.

[0098] And the emitter of the transistor Q10 of the constant-voltage regulator 91 is connected to D point while connecting with the cathode of the diode 11 of direct current voltage supply 92 through diode D10.

[0099] In switching power supply equipment 90, since the electrical potential difference has not occurred in a feedback winding N3 at a power up, direct

current voltage supply 92 do not function, but the electrical potential difference constant-voltage-ized by the constant-voltage regulator 91 is supplied to D point through diode D10. And if an electrical potential difference occurs in a feedback winding N3 and direct current voltage supply 92 begin to function on it, since the cathode electrical potential difference of diode D11 will become higher than the emitter electrical potential difference of a transistor Q10, the output voltage of direct current voltage supply 92 is supplied to D point. The current supplied to D point from the constant-voltage regulator 91 is intercepted. That is, diode D10 achieves the function to prevent that a current flows backwards from direct current voltage supply 92 to the constant-voltage regulator 91.

[0100] Thus, in the constituted switching power supply equipment 90, the electrical potential difference from the direct current voltage supply 92 with an electrical-potential-difference value lower than DC power supply  $V_{cc}$  is impressed to the resistance R18 which is a starting resistance in addition to a power up. Therefore, compared with the case where a direct electrical potential difference is impressed, power consumption can be reduced from DC power supply  $V_{cc}$ .

[0101] In addition, the configuration using such a constant-voltage regulator and direct current voltage supply can be applied also in which the above-mentioned example, and does so the same operation effectiveness as the case of switching power supply equipment 90.

[0102] The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 13. In drawing 13, the same notation is given to a part the same as that of drawing 6 and drawing 9, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0103] In drawing 13, switching power supply equipment 70 is replaced with the control circuit 32 in the switching power supply equipment 30 of drawing 6, replaces a control circuit 71 with the output voltage detector 31, and has the output voltage detector 61.

[0104] In the control circuit 71, it consists of resistance R16 and R17, capacitors

C11, C12, and C13, a current source  $I_c$ , operational amplifiers Q5 and Q6, the sources  $V_{ref1}$  and  $V_{ref2}$  of reference voltage, the transistor Q7, RS flip flop 72, a drive stage 73, and a photo transistor PT 1.

[0105] Here, the series circuit which consists of resistance R16 and a capacitor C11 is connected between the ends and the other ends of a feedback winding N3. Similarly the rectifier circuit which consists of diode D7 and a capacitor C12 is connected between the ends and the other ends of a feedback winding N3, and the output serves as a power source of each component of the control circuit 71 including the drive stage 73. Resistance R16, the node of a capacitor C11, and the source  $V_{ref1}$  of reference voltage are connected to the non-inversed input terminal and inversed input terminal of an operational amplifier Q5, respectively. The current source  $I_c$  and the source  $V_{ref2}$  of reference voltage are connected to the non-inversed input terminal and inversed input terminal of an operational amplifier Q6, respectively. The output of operational amplifiers Q5 and Q6 is connected to R terminal and the switch terminal of RS flip flop 72, respectively. Q terminal of RS flip flop 72 is connected to the gate of the 1st switching device Q1 through the drive stage 73. The collector of a transistor Q7 is connected to a current source  $I_c$ , an emitter is grounded and the base is connected to the output terminal of an operational amplifier Q5 through resistance R17. Furthermore, the collector of a photo transistor PT 1 is connected to a current source  $I_c$ , an emitter is grounded and the capacitor C13 is connected between collector emitters.

[0106] In addition, it integrates and resistance R17, a capacitor C13, a current source  $I_c$ , operational amplifiers Q5 and Q6, the sources  $V_{ref1}$  and  $V_{ref2}$  of reference voltage, the transistor Q7, RS flip flop 72, and the drive stage 73 serve as IC74.

[0107] Here, the Seki change is shown in drawing 14 at the time of the electrical potential difference  $V_{n3}$  generated in the feedback winding N3 in switching power supply equipment 70, the electrical potential difference  $V_{trig}$  inputted into the non-inversed input terminal of an operational amplifier Q5 and the electrical

potential difference  $V_{fb}$  inputted into the non-inversed input terminal of an operational amplifier Q6, and the gate voltage  $V_g$  of the 1st switching device Q1, and actuation of switching power supply equipment 70 is explained to it with reference to this.

[0108] In switching power supply equipment 70, if  $V_{fb}$  amounts to  $V_{ref2}$ , RS flip flop 72 will be set,  $V_g$  will be set to H level, and the 1st switching device Q1 will carry out a turn-on ( $t_0$ ).

[0109] If the 1st switching device Q1 carries out a turn-on, the electrical potential difference of the forward direction will occur in a feedback winding N3, a capacitor C11 is charged by it and  $V_{trig}$  goes up by it. If  $V_{trig}$  amounts to  $V_{ref1}$ , RS flip flop 72 will be reset,  $V_g$  will be set to L level, and the 1st switching device Q1 will carry out a turn-off ( $t_1$ ). At this time, time amount until  $V_{trig}$  reaches  $V_{ref}$  becomes so long that  $V_{trig}$  at the  $t_0$  time is low. Moreover,  $V_{fb}$  is set to 0V when a transistor Q7 turns on.

[0110] If the 1st switching device Q1 carries out a turn-off, a current will begin to flow to secondary, by it, the electrical potential difference of an output terminal  $P_o$  rises, and a photodiode PD 1 emits light. In order for the electrical potential difference of hard flow to occur in a feedback winding N3 at coincidence, to discharge a capacitor C11 and to charge hard flow further,  $V_{trig}$  becomes a negative electrical potential difference.

[0111] moreover, the current which flows to secondary -- being lost ( $t_2$ ) -- the electrical potential difference of a feedback winding N3 begins a ringing.  $V_{fb}$  begins a rise again to coincidence, and when  $V_{ref2}$  is reached, return and this are repeated to  $t_0$ . At this time, the inclination of a rise of  $V_{fb}$  is decided by the photo transistor PT 1. If a load is light, since the photodiode PD 1 of the amount of luminescence increases in number, the rise of  $V_{fb}$  will also become slow, the "off" period of the 1st switching device Q1 will also become long, and a switching frequency will fall.

[0112] In addition, if the "off" period of  $V_{trig}$  of the 1st switching device Q1 is long in order to carry out the same work as the base electrical potential difference of

the transistor Q2 in the switching power supply equipment 30 shown in drawing 6 , in order for  $V_{trig}$  to go up and to approach 0V, the "on" period of the 1st switching device Q1 becomes short.

[0113] The perspective view of one example of the electronic instrument of this invention is shown in drawing 15 . In drawing 15 , the printer 100 which is one of the electronic instruments is using the switching power supply equipment 1 of this invention as a part of power circuit.

[0114] Although the part about printing actuation of a printer 100 consumes power at the time of printing, it hardly consumes power at the time of the standby which does not carry out printing actuation. And since the switching power supply equipment 1 of this invention is used, the power loss at the time of standby can be reduced, and improvement in effectiveness can be aimed at.

[0115] In addition, although the switching power supply equipment 1 shown in drawing 1 in the printer 100 shown in drawing 15 was used, the switching power supply equipments 10, 20, 30, 40, 50, 60, 65, 70, 80, and 90 shown in drawing 3 or drawing 5 thru/or drawing 13 may be used, and the same operation effectiveness is done so.

[0116] Moreover, the electronic instrument of this invention is not restricted to a printer, and contains all the electronic instruments that need DC power supply with a stable electrical potential difference for a notebook computer, a portable information device, etc.

[0117]

[Effect of the Invention] The turn-off circuit which carries out the turn-off of the 1st switching device of an ON state according to the switching power supply equipment of this invention, It has the control circuit which has the "off" period control circuit delayed so greatly that it becomes a light load about the turn-on of the 1st switching device based on the feedback signal from an output voltage detector. And by preparing a "off" period control circuit between a feedback winding and the control terminal of the 1st switching device at a serial, and having the 2nd switching device by which on-off control is carried out based on

the feedback signal from an output voltage detector The time of a light load can reduce a switching frequency, and can reduce the power consumption at the time of a light load.

[0118] Moreover, according to the electronic instrument of this invention, improvement in effectiveness can be aimed at by using the switching power supply equipment of this invention.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing one example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the property Fig. showing the relation of the load power and the switching frequency in the switching power supply equipment of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the circuit diagram showing another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 4] It is the wave form chart showing time amount change of the electrical potential difference of each part in the switching power supply equipment of drawing 3 .

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 6] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 7] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 8] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 9] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 10] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 11] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 12] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 13] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 14] It is the wave form chart showing time amount change of the electrical potential difference of each part in the switching power supply equipment of drawing 13 .

[Drawing 15] It is the perspective view showing one example of the electronic instrument of this invention.

[Description of Notations]

1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 65, 70, 80, 90 -- Switching power supply equipment

2 -- Rectifier circuit

3, 31, 51, 61 -- Output voltage detector

4, 11, 21, 32, 41, 63, 66, 71, 81 -- Control circuit

5, 12, 68 -- Turn-off circuit

6, 22, 33, 42, 64, 67, 82 -- "off" period control circuit

43 -- Electrical-potential-difference supply circuit

52 62 -- Negative feedback circuit

74 -- IC

100 -- Printer

91 -- Constant-voltage regulator

92 -- Direct current voltage supply

T -- Transformer

N1 -- Primary winding

N2 -- Secondary winding

N3 -- Feedback winding

Vcc -- DC power supply

Q1 -- The 1st switching device

Q2 -- The 3rd switching device

Q3, Q8 -- The 2nd switching device

C3 -- Capacitor

D8 -- Zener diode (limit circuit)

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

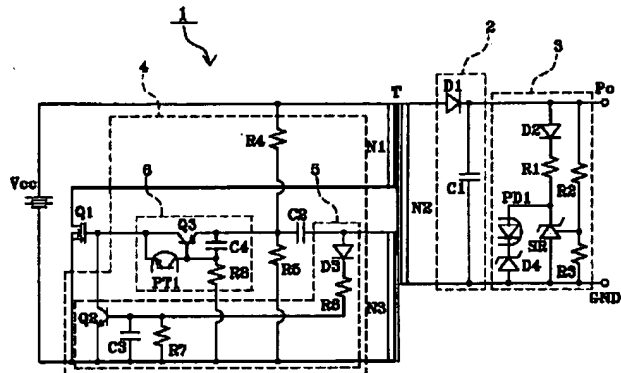
3.In the drawings, any words are not translated.

---

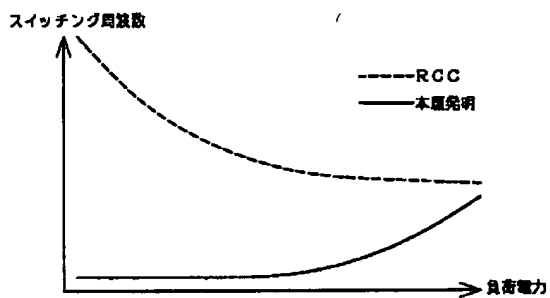
**DRAWINGS**

---

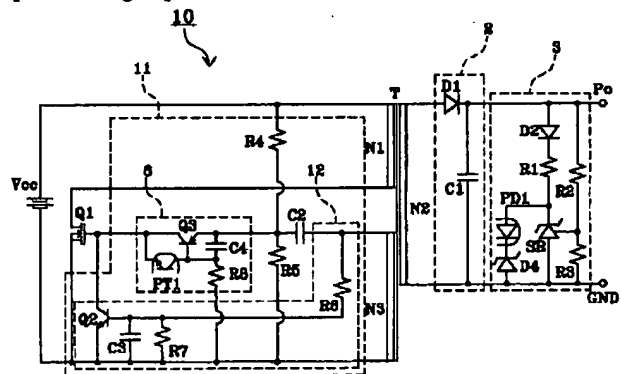
[Drawing 1]



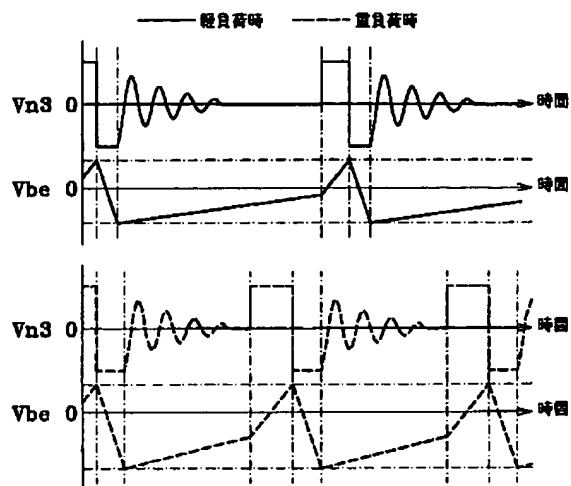
[Drawing 2]



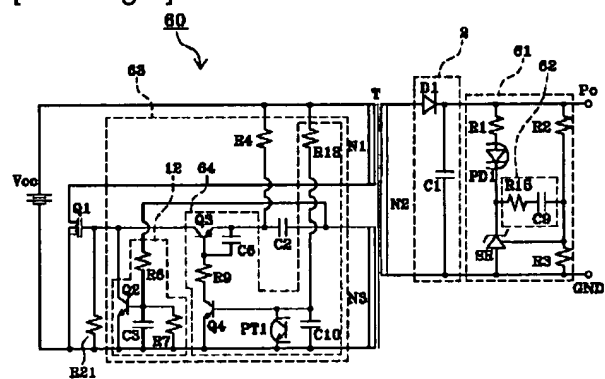
[Drawing 3]



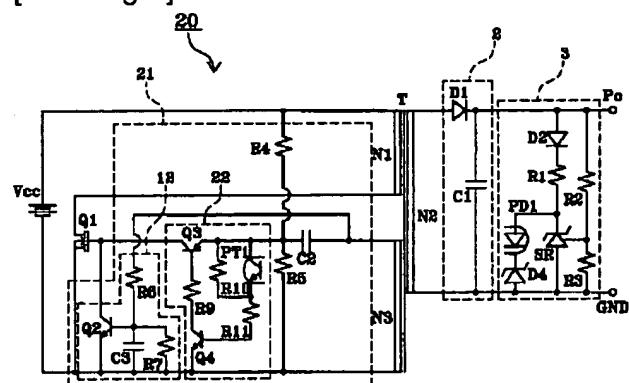
[Drawing 4]



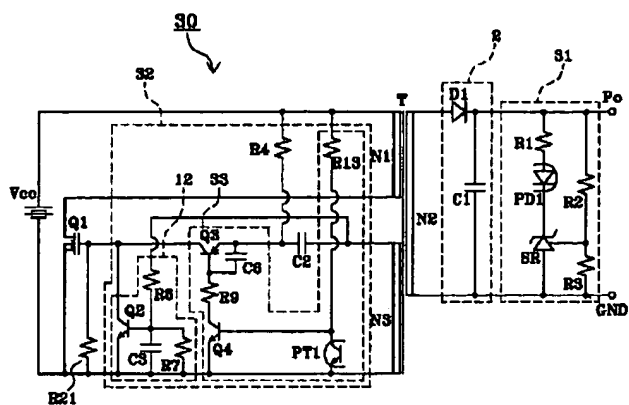
[Drawing 9]



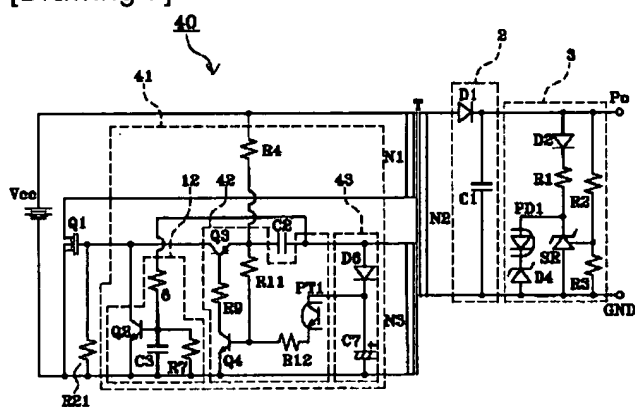
[Drawing 5]



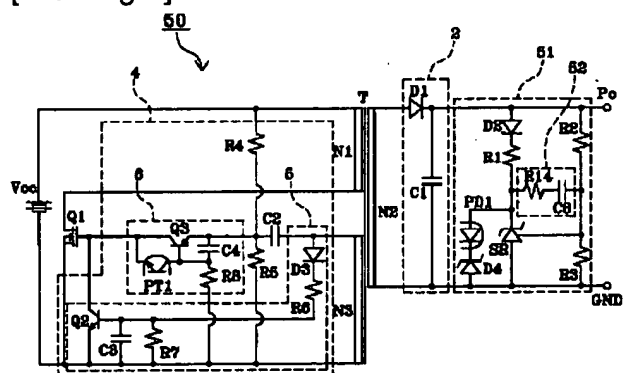
[Drawing 6]

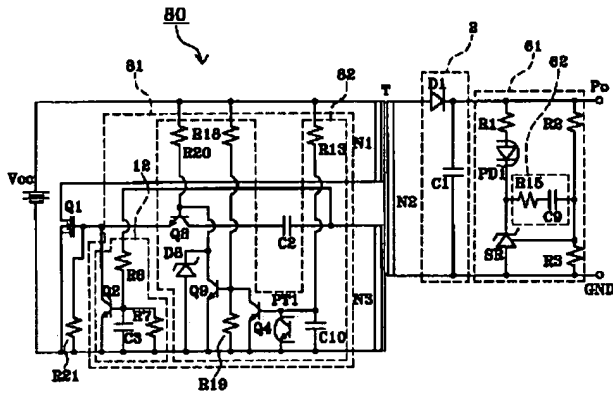


[Drawing 7]

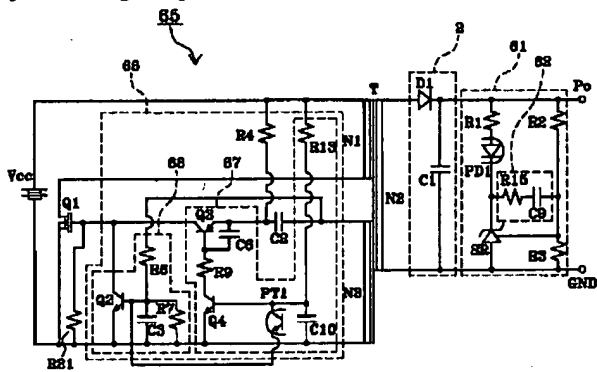


[Drawing 8]

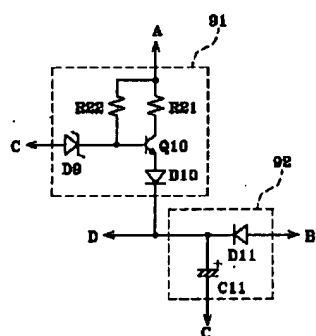
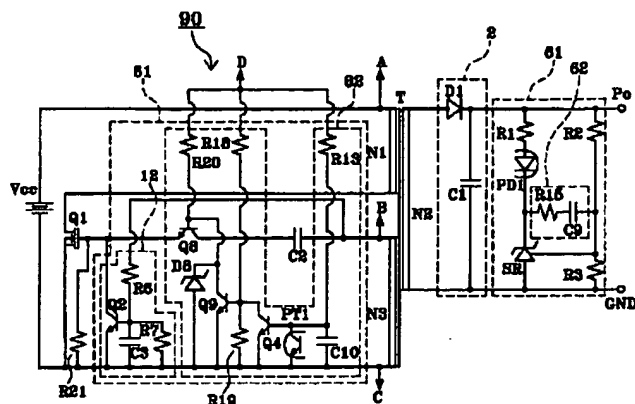




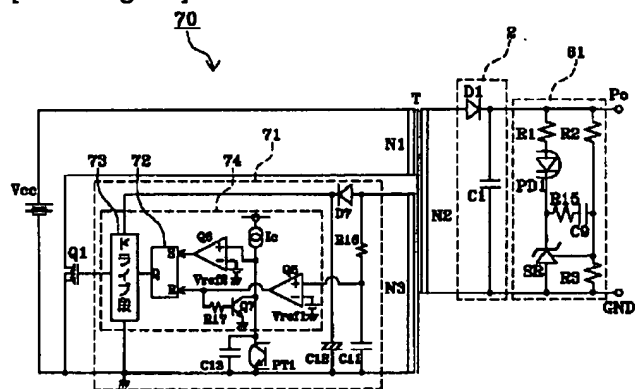
[Drawing 11]



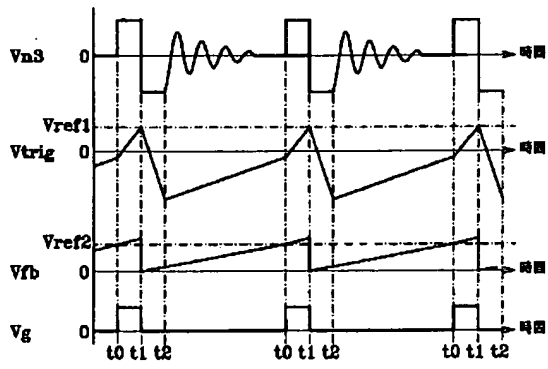
[Drawing 12]



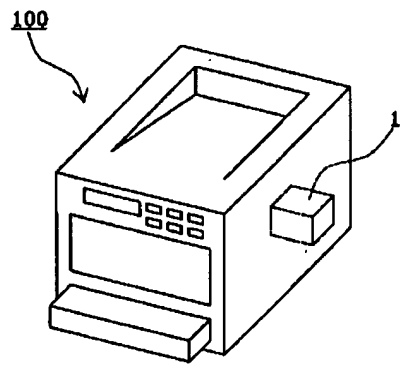
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-359974

(P 2002-359974A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 2 M	3/28	H 0 2 M	S 5H730
	3/338		A

審査請求 未請求 請求項の数 1 2 O L

(全 1 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-341990 (P2001-341990)

(22) 出願日 平成13年11月7日 (2001. 11. 7)

(31) 優先権主張番号 特願2001-88334 (P2001-88334)

(32) 優先日 平成13年3月26日 (2001. 3. 26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006231  
株式会社村田製作所  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 山口 佐利  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 西田 映雄  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 竹村 博  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

最終頁に続く

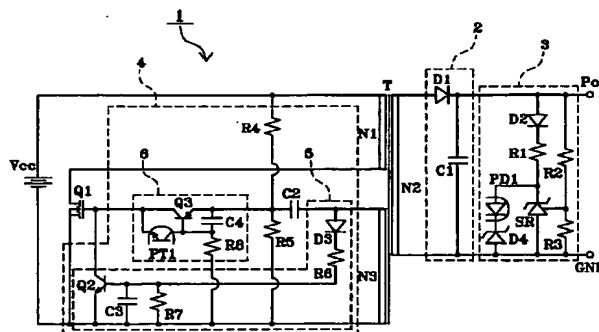
(54) 【発明の名称】 スイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置

(57) 【要約】

【課題】 軽負荷時のスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を削減することのできるスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置を提供する。

【解決手段】 オン状態の第1のスイッチ素子Q1をターンオフさせるターンオフ回路5と、出力電圧検出回路3からのフィードバック信号に基づいてスイッチング素子Q1のターンオンを軽負荷になるほど大きく遅延させるオフ期間制御回路6を有する制御回路4を備える。オフ期間制御回路6は帰還巻線N3とスイッチング素子Q1のゲートの間に直列に設けられ、出力電圧検出回路3からのフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第2のスイッチ素子であるトランジスタQ3を有する。

【効果】 軽負荷時ほどスイッチング周波数を低下させることができ、軽負荷時の消費電力を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一次巻線、二次巻線および帰還巻線を備えたトランスと、前記一次巻線に直列に接続された第 1 のスイッチ素子と、前記帰還巻線と前記第 1 のスイッチ素子の制御端子の間に設けられた制御回路と、前記二次巻線に接続された整流回路と、前記整流回路から出力される出力電圧を検出して前記制御回路にフィードバックする出力電圧検出回路を備えたスイッチング電源装置において、

前記制御回路は、オン状態の前記第 1 のスイッチ素子をターンオフさせるターンオフ回路と、前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて前記第 1 のスイッチ素子のターンオンを遅延させて前記第 1 のスイッチ素子のオフ期間が軽負荷になるほど長くなるように制御するオフ期間制御回路を備えたことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項 2】 前記オフ期間制御回路が、前記帰還巻線と前記第 1 のスイッチ素子の制御端子の間に直列に設けられ、前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第 2 のスイッチ素子を有することを特徴とする、請求項 1 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 3】 前記第 2 のスイッチ素子を NPN 型のトランジスタまたは n チャンネル FET としたことを特徴とする、請求項 2 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 4】 前記第 1 のスイッチ素子の制御電圧が所定範囲を超えないようにするリミット回路を有し、該リミット回路は前記第 2 のスイッチ素子を含んで構成されていることを特徴とする、請求項 2 または請求項 3 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 5】 前記オフ期間制御回路が、前記帰還巻線と前記第 1 のスイッチ素子の制御端子の間に直列に設けられた第 2 のスイッチ素子と、該第 2 のスイッチ素子の制御端子に設けられて前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて時定数が制御される時定数回路を有し、

前記出力電圧検出回路が前記フィードバック信号を一定もしくはほぼ一定に保つ負帰還回路を有することを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 6】 前記ターンオフ回路が、前記オフ期間制御回路による前記第 1 のスイッチ素子のターンオンが遅延する期間が短いほど前記第 1 のスイッチ素子のオン期間を長くするオン期間延長回路を有することを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 7】 前記ターンオフ回路が、前記第 1 のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともにオンすることによって前記第 1 のスイッチ素子をターンオフさせる第 3 のスイッチ素子を有し、

前記オン期間延長回路が、前記第 3 のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに、前記第 1 のスイッチ素子のオフ期間に逆方向に充電されたあとで前記第 1 のスイッチ素子のオフ期間の長さに応じて放電され、前記第 1 のスイッチ素子のオン期間に前記第 3 のスイッチ素子をオンさせる電圧まで順方向に充電されるコンデンサを有することを特徴とする、請求項 6 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 8】 前記制御回路の有する前記オフ期間制御回路および前記ターンオフ回路が、前記第 1 のスイッチ素子のオフ期間に、前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて、前記ターンオフ回路のターンオフを行うタイミングを早めるように構成されたことを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 9】 前記オフ期間制御回路が前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号を受信して軽負荷であるほど大きな電流を流すフォトトランジスタを有し、前記フォトトランジスタを流れる電流がオン期間遅延回路の前記コンデンサを充電するように前記フォトトランジスタのエミッタが前記オン期間遅延回路に接続されていることを特徴とする、請求項 8 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 10】 前記制御回路が、前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に制御電圧を供給する電圧供給回路を有することを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 9 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 11】 前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に駆動電圧を供給する直流電圧源と、入力電源と前記直流電圧源の出力の間に設けられた電流逆流防止機能を備えた定電圧レギュレータを有することを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項 12】 請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載のスイッチング電源装置を用いたことを特徴とする電子装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、例えばプリンタやファクシミリなどにおいて、待機時、すなわち印刷動作を行っていない時の消費電力を少なくすることへの要求が増えてきている。その 1 つとして、プリンタやファクシミリに使用される電源装置自身の待機時、すなわち軽負荷時の消費電力を少なくすることが求められている。

【0003】しかしながら、一般的な R C C 方式のスイッチング電源装置においては、負荷が軽くなるほどスイ

ッチング周波数が高くなり、スイッチング損失が増加するという性質を持っており、そのままでは軽負荷時の消費電力の低減は望めない。

【0004】これに対して、RCC方式のスイッチング電源装置における軽負荷時の消費電力を低減するためのスイッチング電源装置が、特開平7-67335号公報に開示されている。特開平7-67335号公報に開示されたスイッチング電源装置は、第1のスイッチ素子の制御端子を一定時間強制的に接地させる回路を有することによって、第1のスイッチ素子のターンオンを遅らせて

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平7-67335号公報に開示されたスイッチング電源装置においては、スイッチング周波数が一定以上にならないようにするだけでは、軽負荷時にスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を大幅に削減するということができないという問題がある。

【0006】また、スイッチング周波数が負荷の急激な変化に追従できないという問題がある。例えば、軽負荷時と重負荷時でスイッチング周波数が大きく変わるように設定されていると、軽負荷から重負荷に負荷が急変した場合、負荷の変化にスイッチング周波数が追従できずに、出力の低下や電源の停止が起きる可能性がある。このため、軽負荷時においてもスイッチング周波数を大幅に低下させることができないという問題がある。

【0007】本発明は上記の問題点を解決することを目的とするもので、軽負荷時のスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を削減することのできるスイッチング電源装置およびそれを有した電子装置を提供する。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のスイッチング電源装置は、一次巻線、二次巻線および帰還巻線を備えたトランスと、前記一次巻線に直列に接続された第1のスイッチ素子と、前記帰還巻線と前記第1のスイッチ素子の制御端子の間に設けられた制御回路と、前記二次巻線に接続された整流回路と、前記整流回路から出力される出力電圧を検出して前記制御回路にフィードバックする出力電圧検出回路を備えた

【0009】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記帰還巻線と前記第1のスイッチ素子の制御端子の間に直列に設けられ、前記出力

電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第2のスイッチ素子を有することを特徴とする。

【0010】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記第2のスイッチ素子をNPN型のトランジスタまたはnチャンネルFETとしたことを特徴とする。

【0011】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記第1のスイッチ素子の制御電圧が所定範囲を超えないようにするリミット回路を有し、該リミット回路は前記第2のスイッチ素子を含んで構成されていることを特徴とする。

【0012】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記帰還巻線と前記第1のスイッチ素子の制御端子の間に直列に設けられた第2のスイッチ素子と、該第2のスイッチ素子の制御端子に設けられて前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて時定数が制御される時定数回路を有し、前記出力電圧検出回路が前記フィードバック信号を一定もしくはほぼ一定に保つ負帰還回路を有することを特徴とする。

【0013】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記ターンオフ回路が、前記オフ期間制御回路による前記第1のスイッチ素子のターンオンが遅延する期間が短いほど前記第1のスイッチ素子のオン期間を長くするオン期間延長回路を有することを特徴とする。

【0014】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記ターンオフ回路が、前記第1のスイッチ素子の制御端子に接続されて、オンすることによって前記第1のスイッチ素子をターンオフさせる第3のスイッチ素子を有し、前記オン期間延長回路が、前記第3のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに、前記第1のスイッチ素子のオフ期間に逆方向に充電されたあとで前記第1のスイッチ素子のオフ期間の長さに応じて放電され、前記第1のスイッチ素子のオン期間に前記第3のスイッチ素子をオンさせる電圧まで順方向に充電されるコンデンサを有することを特徴とする。

【0015】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記制御回路の有する前記オフ期間制御回路および前記ターンオフ回路が、前記第1のスイッチ素子のオフ期間に、前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて、前記ターンオフ回路のターンオフを行うタイミングを早めるように構成されたことを特徴とする。

【0016】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が前記出力電圧検出回路からのフィードバック信号を受信して軽負荷であるほど大きな電流を流すフォトリランジスタを有し、前記フォトリランジスタを流れる電流がオン期間遅延回路の前記コンデンサを充電するように前記フォトリランジスタのエミッタが前記オン期間遅延回路に接続されていることを特徴とする。

【0017】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記制御回路が、前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に制御電圧を供給する電圧供給回路を有することを特徴とする。

【0018】また、本発明のスイッチング電源装置は、前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に駆動電圧を供給する直流電圧源と、入力電源と前記直流電圧源の出力の間に設けられた電流逆流防止機能を備えた定電圧レギュレータを有することを特徴とする。

【0019】また、本発明の電子装置は、上記のスイッチング電源装置を用いたことを特徴とする。

【0020】このように構成することにより、本発明のスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置においては、軽負荷時の消費電力を低減することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1に、本発明のスイッチング電源装置の一実施例の回路図を示す。図1において、スイッチング電源装置1は、一次巻線N1、二次巻線N2および帰還巻線N3を備えたトランスTと、一次巻線N1に直列に接続された入力電源である直流電源VccおよびMOSFETからなる第1のスイッチ素子Q1と、二次巻線N2と出力端子Poの間に接続された整流回路2と、出力端子Poに接続された出力電圧検出回路3と、帰還巻線N3と第1のスイッチ素子Q1の制御端子であるゲートの間に設けられた制御回路4から構成されている。

【0022】整流回路2は二次巻線N2に直列に接続されたダイオードD1と、ダイオードD1のカソードとグランドとの間に接続された平滑用のコンデンサC1から構成されている。

【0023】出力電圧検出回路3は、出力端子Poとグランドとの間に接続された、ダイオードD2と抵抗R1とシャントレギュレータSRからなる直列回路および抵抗R2と抵抗R3からなる直列回路と、シャントレギュレータSRに並列に接続されたフォトダイオードPD1およびツェナーダイオードD4の直列回路から構成されている。抵抗R2と抵抗R3の接続点はシャントレギュレータSRの制御端子に接続されている。

【0024】制御回路4は、第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続されたターンオフ回路5と、帰還巻線N3の一端と第1のスイッチ素子Q1のゲートの間に直列に接続されたコンデンサC2およびオフ期間制御回路6と、コンデンサC2およびオフ期間制御回路6の接続点と直流電源Vccの一端および他端との間にそれぞれ接続された抵抗R4および抵抗R5から構成されている。抵抗R4は起動抵抗である。

【0025】このうち、ターンオフ回路5は、第1のスイッチ素子Q1のゲートとソースにコレクタとエミッタがそれぞれ接続された第3のスイッチ素子であるNPN

型のトランジスタQ2と、帰還巻線N3の一端とトランジスタQ2の制御端子であるベースとの間に接続されたダイオードD3と抵抗R6からなる直列回路と、トランジスタQ2のベース-エミッタ間にそれぞれ接続された抵抗R7およびコンデンサC3から構成されている。

【0026】また、オフ期間制御回路6は、コンデンサC2と第1のスイッチ素子Q1のゲートにエミッタとコレクタがそれぞれ接続された第2のスイッチ素子であるPNP型のトランジスタQ3と、トランジスタQ3のベース-コレクタ間に接続されたフォトトランジスタPT1と、トランジスタQ3のベース-エミッタ間に接続されたコンデンサC4と、トランジスタQ3の制御端子であるベースと直流電源Vccの他端（グランド）との間に接続された抵抗R8から構成されている。フォトトランジスタPT1は出力電圧検出回路3のフォトダイオードPD1とともにフォトカプラを構成している。

【0027】このように構成されたスイッチング電源装置1において、オン状態にあった第1のスイッチ素子Q1がターンオフすると、トランスTに蓄えられた磁気エネルギーによって、二次巻線N2から整流回路2を介して出力端子Poに接続された負荷に電流が流れる。そして、二次巻線N2から整流回路2に流れる電流がなくなった後、オフ期間制御回路6のトランジスタQ3がオンするとトランジスタQ3のエミッタに生じている電圧が第1のスイッチ素子Q1のゲートに加えられることによって第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧が閾値を超えて第1のスイッチ素子Q1がターンオンする。それによって帰還巻線N3に生じた順方向（ダイオードD3が順バイアスとなる方向）の電圧によってダイオードD3、抵抗R6を介してコンデンサC3に電流が流れ込み、コンデンサC3が充電される。コンデンサC3の充電の時間定数は抵抗R6および抵抗R7の抵抗値とコンデンサC3の容量値で決定される。充電によってコンデンサC3の両端電圧が所定の値に達すると、トランジスタQ2がオンして第1のスイッチ素子Q1のゲート-ソース間を短絡するため第1のスイッチ素子Q1がターンオフする。これを繰り返すことによって出力端子Poから負荷に所定の電圧値で電流を供給することができる。

【0028】なお、ターンオフ回路5にはダイオードD3が設けられているため、第1のスイッチ素子Q1がオフになって帰還巻線N3に逆方向（ダイオードD3が逆バイアスとなる方向）の電圧が発生したときには、コンデンサC3にはいずれの方向に充電するような電圧も印加されない。そのためコンデンサC3に充電されていた電荷は抵抗R7を介してのみ放電され、コンデンサC3の両端電圧は一定時間後には0Vとなる。そして、帰還巻線N3にダイオードD3が順バイアスとなる電圧が発生するときにはコンデンサC3の両端電圧の初期値は0Vとなっているため、第1のスイッチ素子Q1がターンオンして帰還巻線N3にダイオードD3が順バイアスと

なる電圧が発生してからコンデンサC3の両端電圧が所定の値に達するまでの時間は常に一定である。そのため、第1のスイッチ素子Q1がターンオンしてからターンオフするまでの期間（オン期間）も一定となる。

【0029】次に、出力電圧検出回路3とオフ期間制御回路6の動作について説明する。出力電圧検出回路3において、フォトダイオードPD1はシャントレギュレータSRとツェナーダイオードD4の直列接続回路に並列に接続されているために、出力端子Poの電圧が高くてシャントレギュレータSRがオン状態にあるときには発光せず、電圧が低下してシャントレギュレータSRがオフ状態になると発光する。フォトダイオードPD1が発光するとオフ期間制御回路6のフォトトランジスタPT1が導通する。フォトトランジスタPT1が導通するとトランジスタQ3が導通し、第1のスイッチ素子Q1がターンオンできるようになる。逆に言えば、トランジスタQ3が非導通の間は第1のスイッチ素子Q1はターンオンが遅延させられてターンオンできない。そこで、この第1のスイッチ素子Q1のターンオンが遅延させられる期間をターンオン遅延期間という。

【0030】出力端子Poの電圧は、二次巻線N2から電流が流れ始める時が最も高く、電流が流れてトランスTに蓄えられている磁気エネルギーが減少するにしたがってしだいに低下する。電圧が低下する速さは出力端子Poに接続される負荷の軽重に依存し、軽負荷時ほど電圧は遅く低下する。出力端子Poの電圧の低下が遅いとフォトダイオードPD1の発光も遅く、トランジスタQ3の導通も遅くなり、第1のスイッチ素子Q1のターンオンも遅くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が長くなり、スイッチング周波数は低下する。

【0031】逆に重負荷時には、出力端子Poの電圧が早く低下するためにフォトダイオードPD1も早く発光し、トランジスタQ3が早く導通するために、第1のスイッチ素子Q1のターンオンが早くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が短くなり、スイッチング周波数は上昇する。

【0032】図2に、本発明のスイッチング電源装置1における負荷電力とスイッチング周波数との関係を、通常のRCC方式の場合と比較して示す。負荷電力が大きいということは重負荷であるということを示す。図2に示すように、スイッチング電源装置1においては、第1のスイッチ素子Q1のオン期間を一定としてオフ期間を制御することによって、軽負荷時ほどスイッチング周波数が低くなり、重負荷になるほどスイッチング周波数が高くなっている。そのため、軽負荷時のスイッチング損失を、従来のRCC方式のスイッチング電源装置に比べて大幅に低減することができる。これによって、軽負荷時の消費電力や発熱量を低減することができる。

【0033】図3に、本発明のスイッチング電源装置の別の実施例の回路図を示す。図3において、図1と同一

もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0034】図3において、スイッチング電源装置10は、図1のスイッチング電源装置1における制御回路4に代えて制御回路11を有している。また、制御回路11においてターンオフ回路5に代えてターンオフ回路12を有している。ターンオフ回路12においてはターンオフ回路5におけるダイオードD3が省かれている。

【0035】ここで、図4に、スイッチング電源装置10における帰還巻線N3に発生する電圧Vn3と、トランジスタQ2のベース・エミッタ間電圧Vbeの時間変化を示し、これを参照してスイッチング電源装置10の動作について説明する。

【0036】スイッチング電源装置10において、コンデンサC3に充電された電圧によってVbeが上昇してトランジスタQ2がオンすることによって第1のスイッチ素子Q1がターンオフして二次巻線N2から整流回路2に電流が流れるようになると、帰還巻線N3に発生する電圧Vn3が逆方向になる。これによってコンデンサC3にはそれまでとは逆方向の電圧が印加され、トランジスタQ2をオンするために充電された電荷を放電するだけでなく逆方向に充電される。すなわちトランジスタQ2のベース・エミッタ間電圧Vbeが負になる。なお、トランジスタQ2は第1のスイッチ素子Q1をターンオフさせるために一瞬オンするだけであり、ベース・エミッタ間電圧Vbeの低下とともにすぐにオフになる。

【0037】二次巻線N2から整流回路2への電流がなくなると帰還巻線N3の電圧は振動しながら0Vへと収束していき、それとともにコンデンサC3の電荷も抵抗R7を介して放電され、コンデンサC3の負の方向の両端電圧がなだらかに低下する。すなわちトランジスタQ2のベース・エミッタ間電圧Vbeがなだらかに0Vに近づく。

【0038】そして、出力端子Poの電圧が所定の値以下となって、第1のスイッチ素子Q1がターンオンすると、帰還巻線N3に発生する電圧Vn3が順方向となって、コンデンサC3の順方向の充電が再び始まる。このとき、出力端子Poに接続された負荷が軽負荷で第1のスイッチ素子Q1がターンオンするまでのターンオン遅延期間が長い場合は、コンデンサC3の放電時間が長いために、コンデンサC3の負の方向の両端電圧は小さくなっている。逆に、負荷が重負荷で第1のスイッチ素子Q1がターンオンするまでのターンオン遅延期間が短い場合は、コンデンサC3の放電時間が短いために、コンデンサC3の逆方向の両端電圧はあまり小さくなっていない。

【0039】この状態からコンデンサC3を順方向に充電する場合、初期値としての逆方向の電圧が小さいほど順方向で所定の両端電圧に達するまでの時間が短くな

る。そのため、コンデンサC3の両端電圧が所定の値になってトランジスタQ2がオンし、第1のスイッチ素子Q1がターンオフするまでの時間は、軽負荷になるほど短くなり、重負荷になるほど長くなる。これは、第1のスイッチ素子Q1のオン期間が、負荷が軽いほど短くなり、負荷が重いほど長くなることを意味する。すなわち、ターンオフ回路12自身がオン期間延長回路の機能を備えていることになる。

【0040】このように、スイッチング電源装置10においては、負荷が軽いほど第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が長くなってオン期間が短くなり、負荷が重いほど第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が短くなってオン期間が長くなる。ただ、第1のスイッチ素子Q1のオン期間はオフ期間に比べて短いため、軽負荷時ほどスイッチング周波数が低くなり、重負荷になるほどスイッチング周波数が高くなるという点はスイッチング電源装置1の場合と同じである。したがって、軽負荷時のスイッチング損失を、従来のRCC方式のスイッチング電源装置に比べて大幅に低減することができ、軽負荷時の消費電力や発熱量を低減することができる。

【0041】また、スイッチング電源装置10においては、第1のスイッチ素子Q1のオン期間は抵抗R6と抵抗R7、コンデンサC3の定数に依存する。すなわち、第1のスイッチ素子Q1のターンオフの時期はコンデンサC3の電圧がトランジスタQ2のオン電圧に達する事によって決定される。ところで、負荷が必要以上に大きくなると、出力電圧は低下し始める。出力電圧が低下するとC3の放電量が減少するため、オン期間は減少する。従って、過電流が流れる程度以上の重負荷では、負荷が重くなるほどオン期間が縮まり、「フ」の字の過電流保護が働く。

【0042】図5に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図5において、図3と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0043】図5において、スイッチング電源装置20は、図3のスイッチング電源装置10における制御回路11に代えて制御回路21を有している。また、制御回路21においてオフ期間制御回路6に代えてオフ期間制御回路22を有している。

【0044】オフ期間制御回路22は、コンデンサC2と第1のスイッチ素子Q1のゲートにエミッタとコレクタがそれぞれ接続された第2のスイッチ素子であるPNP型のトランジスタQ3と、エミッタをグランドに接続したNPN型のトランジスタQ4と、トランジスタQ3のベースとトランジスタQ4のコレクタの間に接続された抵抗R9と、トランジスタQ3のエミッタとトランジスタQ4のベースの間に接続された抵抗R10および抵抗R11の直列回路と、抵抗R11に並列に接続されたフォトトランジスタPT1から構成されている。

【0045】このように構成されたスイッチング電源装置20において、出力端子Poの電圧が低下して出力電圧検出回路3のフォトダイオードPD1が発光すると、オフ期間制御回路22のフォトトランジスタPT1が導通し、これと抵抗R11を介してベースに電流が流れ込むことによってトランジスタQ4がオンし、それによってトランジスタQ3がオンし、第1のスイッチ素子Q1がターンオンできるようになる。なお、R10は起動時にトランジスタQ4をオンするための起動抵抗である。

【0046】図3に示したスイッチング電源装置10の場合と同様に、軽負荷時にはフォトダイオードPD1の発光が遅く、トランジスタQ3の導通も遅くなり、第1のスイッチ素子Q1のターンオンも遅くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオン期間が短くなり、それ以上にオフ期間が長くなり、スイッチング周波数は低下する。逆に重負荷時にはフォトダイオードPD1が早く発光し、トランジスタQ3が早く導通するために、第1のスイッチ素子Q1のターンオンが早くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオン期間が長くなり、それ以上にオフ期間が短くなり、スイッチング周波数は上昇する。

【0047】このように、スイッチング電源装置20においては、スイッチング電源装置1や10の場合と同様に、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間を制御することによって、軽負荷時ほどスイッチング周波数が低くなり、重負荷になるほどスイッチング周波数が高くなっている。そのため、軽負荷時のスイッチング損失を、従来のRCC方式のスイッチング電源装置に比べて大幅に低減することができる。これによって、軽負荷時の消費電力や発熱量を低減することができる。

【0048】また、トランジスタQ3のベースとグランドとの間にトランジスタQ4を設けることによって、図1や図3のスイッチング電源装置1や10に比べてトランジスタQ3のターンオン、ターンオフのスピードアップを図ることができる。

【0049】すなわち、第1のスイッチ素子Q1のターンオンは単位時間当たりにゲートにチャージされる電荷量でスピードが決まるため、トランジスタQ3のターンオンが速いほど第1のスイッチ素子Q1のターンオンが早くなる。しかしながら、フォトトランジスタPT1の立ち上がり、立ち下がり時間は一般のトランジスタに比べて非常に長いために、スイッチング電源装置1や10ではトランジスタQ3が能動領域で動作する期間が長く、Q1のスイッチングロスが大きくなる。これに対して、スイッチング電源装置20ではトランジスタQ4は能動領域で動作する時間が長い、トランジスタQ3は短くなり、第1のスイッチ素子Q1のスイッチング損が低減できる。

【0050】図6に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図6において、図5

と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0051】図6において、スイッチング電源装置30は、図5のスイッチング電源装置20における出力電圧検出回路3に代えて出力電圧検出回路31を有している。また、制御回路21に代えて制御回路32を有している。さらに、制御回路32において、制御回路21では備えていた抵抗R5が省かれるとともに、第1のスイッチ素子Q1のゲート・ソース間に抵抗R21が接続され、さらにオフ期間制御回路22に代えてオフ期間制御回路33を有している。なお、抵抗R5や抵抗R21は、直流電源Vccの出力電圧が低下したときに第1のスイッチ素子がスイッチング動作を行わないようにして、第1のスイッチ素子に過大な電流が流れて破損するのを防止するためのものである。

【0052】出力電圧検出回路31は、出力電圧検出回路3におけるダイオードD2、ツェナーダイオードD4を省き、フォトダイオードPD1を抵抗R1とシャントレギュレータSRの間に直列に接続して構成されている。

【0053】オフ期間制御回路33は、コンデンサC2と第1のスイッチ素子Q1のゲートにエミッタとコレクタがそれぞれ接続された第2のスイッチ素子であるPNP型のトランジスタQ3と、エミッタをグランドに接続したNPN型のトランジスタQ4と、トランジスタQ3のベースとトランジスタQ4のコレクタの間に接続された抵抗R9と、トランジスタQ3のエミッターベース間に接続されたコンデンサC6と、直流電源Vccの一端（一次巻線N1の一端）とトランジスタQ4のベースとの間に接続された抵抗R13と、トランジスタQ4のベース-エミッタ間に接続されたフォトトランジスタPT1から構成されている。

【0054】このように構成されたスイッチング電源装置30において、出力端子Poの電圧が低下すると出力電圧検出回路31のフォトダイオードPD1の発光が停止する。これによって、オフ期間制御回路33のフォトトランジスタPT1の導通が遮断されるため、抵抗R13を介してベースに流れ込む電流によってトランジスタQ4が導通し、トランジスタQ3のベース電圧が低下してオンし、第1のスイッチ素子Q1がターンオンできるようになる。

【0055】一方、トランジスタQ2がオンすることによって第1のスイッチ素子Q1がオフすると、帰還巻線N3に逆方向の電圧が発生し、コンデンサC6を放電させ、トランジスタQ3をオフにする。さらに、第1のスイッチ素子Q1のターンオフによって二次側への電力供給が始まり、トランスの端子電圧が反転するため、第1のスイッチ素子Q1のゲートに正の電圧が供給できず第1のスイッチ素子Q1がターンオンできなくなる。

【0056】図1、図4および図5に示したスイッチ

グ電源装置1、10、20の場合とは逆に、軽負荷時にはフォトダイオードPD1の発光停止が遅くなる。そのため、トランジスタQ3の導通も遅くなり、第1のスイッチ素子Q1のターンオンも遅くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が長くなり、スイッチング周波数は低下する。逆に重負荷時にはフォトダイオードPD1が早く発光停止し、トランジスタQ3が早く導通するために、第1のスイッチ素子Q1のターンオンが早くなる。これによって、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が短くなり、スイッチング周波数は上昇する。

【0057】このように、スイッチング電源装置30においては、スイッチング電源装置1や10や20の場合と同様に、第1のスイッチ素子のオフ期間を制御することによって、軽負荷時ほどスイッチング周波数が低くなり、重負荷になるほどスイッチング周波数が高くなっている。そのため、軽負荷時のスイッチング損失を、従来のRCC方式のスイッチング電源装置に比べて大幅に低減することができる。これによって、軽負荷時の消費電力や発熱量を低減することができる。

【0058】図7に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図7において、図5と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0059】図7において、スイッチング電源装置40は、図5のスイッチング電源装置20における制御回路21に代えて制御回路41を有している。また、制御回路41において、制御回路21では備えていた抵抗R5が省かれるとともに、図6のスイッチング電源装置30の場合と同様に第1のスイッチ素子Q1のゲート・ソース間に抵抗R21が接続され、さらにオフ期間制御回路22に代えてオフ期間制御回路42および電圧供給回路43を有している。

【0060】オフ期間制御回路42は、コンデンサC2と第1のスイッチ素子Q1のゲートにエミッタとコレクタがそれぞれ接続された第2のスイッチ素子であるPNP型のトランジスタQ3と、エミッタをグランドに接続したNPN型のトランジスタQ4と、トランジスタQ3のベースとトランジスタQ4のコレクタの間に接続された抵抗R9と、トランジスタQ3のエミッタとトランジスタQ4のベースとの間に接続された抵抗R11と、フォトトランジスタPT1と、フォトトランジスタPT1のエミッタとトランジスタQ4のベースとの間に接続された抵抗R12から構成されている。

【0061】電圧供給回路43は、帰還巻線N3の一端と他端との間に接続されたダイオードD6とコンデンサC7の直列回路から構成されている。ダイオードD6とコンデンサC7の接続点は、オフ期間制御回路42のフォトトランジスタPT1のコレクタに接続されている。すなわち、電圧供給回路43はオフ期間制御回路42に制御電圧を供給している。なお、ここでは、電圧供給回

路43から供給される電圧は、オフ期間制御回路42の全体を駆動するための電圧ではなく、出力電圧検出回路からのフィードバック信号を受けるフォトトランジスタPT1のための駆動電圧であるため、オフ期間制御回路42のための制御電圧という表現を用いている。

【0062】このように構成されたスイッチング電源装置40において、第1のスイッチ素子Q1がオンしているときに帰還巻線N3に発生する順方向の電圧によってコンデンサC7が充電される。そして、出力端子Poの電圧が低下して出力電圧検出回路3のフォトダイオードPD1が発光すると、オフ期間制御回路42のフォトトランジスタPT1が導通するため、コンデンサC7からフォトトランジスタPT1と抵抗R12を介してベースに流れ込む電流によってトランジスタQ4がオンし、それによってトランジスタQ3がオンし、第1のスイッチ素子Q1がターンオンできるようになる。

【0063】図1、図3、図5に示したスイッチング電源装置1、10、20の場合と同様に、軽負荷時にはフォトダイオードPD1の発光が遅く、トランジスタQ3の導通も遅くなり、第1のスイッチ素子Q1のターンオンも遅くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が長くなり、スイッチング周波数は低下する。逆に重負荷時にはフォトダイオードPD1が早く発光し、トランジスタQ3が早く導通するために、第1のスイッチ素子Q1のターンオンが早くなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が短くなり、スイッチング周波数は上昇する。

【0064】また、図5に示したスイッチング電源装置20の場合とは異なり、フォトダイオードPT1に流す電流を電圧供給回路43から供給しているため、重負荷時におけるリングング中（帰還巻線N3の両端電圧が振動している時）でも安定した電流でトランジスタQ4をオンすることができ、誤動作を防ぐことができる。

【0065】このように、スイッチング電源装置40においては、スイッチング電源装置1や10や20の場合と同様に、第1のスイッチ素子のオフ期間を制御することによって、軽負荷時ほどスイッチング周波数が低くなり、重負荷になるほどスイッチング周波数が高くなっている。そのため、軽負荷時のスイッチング損失を、従来のRCC方式のスイッチング電源装置に比べて大幅に低減することができる。これによって、軽負荷時の消費電力や発熱量を低減することができる。

【0066】図8に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図8において、図1と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0067】図8において、スイッチング電源装置50は、図1のスイッチング電源装置1における出力電圧検出回路3に代えて出力電圧検出回路51を有している。出力電圧検出回路51においては、出力電圧検出回路3に

における抵抗R1とシャントレギュレータSRの接続点と抵抗R2と抵抗R3の接続点との間に、抵抗R14とコンデンサC8の直列回路からなる負帰還回路52が接続されている。コンデンサC4とフォトトランジスタPT1によって時定数回路が構成されている。また、オフ期間制御回路6のコンデンサC4を時定数のコンデンサとして用いるため、その容量を大きくしている。

【0068】このように構成されたスイッチング電源装置50においては、第1のスイッチ素子Q1がターンオフし、二次巻線N2から整流回路2に電流が流れ出すことによって出力端子Poの電圧が上昇する状況において、出力電圧検出回路51に負帰還回路52があるために、フォトダイオードPD1に流れる電流が急激に減少することがなく、フォトトランジスタPT1は常に能動領域で動作する。そのため、時定数回路を構成するコンデンサC4の端子間電圧は徐々に上昇し、一定時間後にトランジスタQ3がオンし、さらに第1のスイッチ素子Q1がターンオンする。

【0069】すなわち、スイッチング電源装置1では出力端子Poの電圧の変化（出力リップル）にそのまま依存してフォトダイオードPD1がオン／オフしてスイッチング周波数が決まっていた（出力リップルが所望の値になるようにスイッチング周波数を決めざるを得なかった）のに対して、スイッチング電源装置50では負帰還回路52の時定数によってフォトダイオードPD1のオン／オフ、ひいてはスイッチング周波数が決まる。そのため、出力リップルとスイッチング周波数をそれぞれ任意に設定できる。

【0070】図9に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図9において、図6と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0071】図9において、スイッチング電源装置60は、図6のスイッチング電源装置30における出力電圧検出回路31に代えて出力電圧検出回路61を有している。出力電圧検出回路61においては、出力電圧検出回路31におけるフォトダイオードPD1とシャントレギュレータSRの接続点と抵抗R2と抵抗R3の接続点との間に、抵抗R15とコンデンサC9の直列回路からなる負帰還回路62が接続されている。また、スイッチング電源装置30における制御回路32に代えて制御回路63を有している。また、制御回路63において、オフ期間制御回路33に代えてオフ期間制御回路64を有している。オフ期間制御回路64においては、抵抗R13およびフォトトランジスタPT1とともに時定数回路を構成するためのコンデンサC10がフォトトランジスタPT1に並列に設けられている。

【0072】このように構成されたスイッチング電源装置60においては、第1のスイッチ素子Q1がターンオフし、二次巻線N2から整流回路2に電流が流れ出すこ

とによって出力端子P<sub>o</sub>の電圧が上昇する状況において、出力電圧検出回路61に負帰還回路62があるために、フォトダイオードPD1に流れる電流が急激に減少することがなく、フォトトランジスタPT1は常に能動領域で動作する。そのため、時定数回路を構成するコンデンサC10の端子間電圧は徐々に上昇し、一定時間後にトランジスタQ4がオンし、トランジスタQ3がオンし、さらに第1のスイッチ素子Q1がターンオンする。

【0073】すなわち、スイッチング電源装置30では出力端子P<sub>o</sub>の電圧の変化（出力リップル）にそのまま依存してフォトダイオードPD1がオン／オフしてスイッチング周波数が決まっていた（出力リップルが所望の値になるようにスイッチング周波数を決めざるを得なかった）のに対して、スイッチング電源装置60では負帰還回路62の時定数によってフォトダイオードPD1のオン／オフ、ひいてはスイッチング周波数が決まる。そのため、出力リップルとスイッチング周波数をそれぞれ任意に設定できる。

【0074】また、フォトダイオードPD1が発光せず、フォトトランジスタPT1が高インピーダンスであるときに第1のスイッチ素子Q1がターンオンするため、起動回路を容易に構成することができるというメリットもある。

【0075】図10に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図10において、図9と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0076】図10において、スイッチング電源装置80は、図9のスイッチング電源装置60における制御回路63に代えて制御回路81を有している。また、制御回路81において、オフ期間制御回路64に代えてオフ期間制御回路82を有している。そして、抵抗R4は削除されている。

【0077】オフ期間制御回路82において、第2のスイッチ素子としてNPN型のトランジスタQ8が設けられている。トランジスタQ8のコレクタはコンデンサC2に接続され、エミッタは第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続され、ベースは抵抗R20を介して直流電源V<sub>cc</sub>の一端に接続されている。また、トランジスタQ4のコレクタはトランジスタQ9のベースに接続されており、トランジスタQ9のコレクタはトランジスタQ8のベースに接続され、エミッタは直流電源V<sub>cc</sub>の他端に接続されている。トランジスタQ9のベースは抵抗R18を介して直流電源V<sub>cc</sub>の一端に、抵抗R19を介して直流電源V<sub>cc</sub>の他端にそれぞれ接続されている。そして、トランジスタQ8のベースはツェナーダイオードD8を介して直流電源V<sub>cc</sub>の他端に接続されている。

【0078】以下、第2のスイッチ素子としてPNP型のトランジスタを用いている図9のスイッチング電源装

置60と比較することによって、スイッチング電源装置80の作用効果について説明する。

【0079】まず、スイッチング電源装置60においては、起動条件は次の式の通りである。

$$v_{cc} \times r_a / (r_4 + r_a) > V_{th}(Q1)$$

このうち、v<sub>cc</sub>は直流電源V<sub>cc</sub>の電圧、r<sub>a</sub>は抵抗R9とR21の並列抵抗値、r<sub>4</sub>は抵抗R4の抵抗値、V<sub>th</sub>(Q1)は第1のスイッチング素子Q1のしきい値電圧である。なお、トランジスタQ3、Q4での電圧降下は無視している。

【0080】ここで、抵抗R9の値はトランジスタQ3のスイッチング速度に影響し、これが大きいほどトランジスタQ3のベース電流が小さくなり、それによって第1のスイッチ素子Q1のゲートへの電流供給量も少なくなり、第1のスイッチ素子Q1のスイッチングスピードが遅くなる。第1のスイッチ素子Q1のスイッチングスピードが遅くなるとスイッチング損失が増大するために、抵抗R9の値はあまり大きくできない。そして、抵抗R9の値を大きくできないと、起動条件を満たすために抵抗R4の値も大きくできない。抵抗R4は起動抵抗であるため、この値を大きくできないということは、抵抗R4での損失を小さくすることができないということを示す。

【0081】一方、第2のスイッチ素子としてNPN型のトランジスタQ8を用いたスイッチング電源装置80の場合は、起動条件は次のようになる。

$$v_{cc} \times r_{21} / (r_{20} + r_{21}) > V_{th}(Q1)$$

このうち、r<sub>21</sub>は抵抗R21の抵抗値である。

【0082】この場合、R21は直流電源V<sub>cc</sub>の出力電圧が低下したときに第1のスイッチ素子Q1がスイッチング動作をするのを防止するための抵抗であるため、抵抗値を高くすることができ、それに応じて抵抗R4の抵抗値も高くすることができる。その結果、抵抗R4での損失を小さくすることができる。

【0083】このように、スイッチング電源装置80においては、第2のスイッチ素子としてNPN型のトランジスタQ8を用いることによって、損失の低減を図ることができる。

【0084】なお、スイッチング電源装置80はスイッチング電源装置60において第2のスイッチ素子にNPN型のトランジスタを用いたものであるが、図1、図3、図5、図7～図9に示したスイッチング電源装置1、10、20、40、50、60において第2のスイッチ素子にPNP型のトランジスタを用いたものでも同様の作用効果を奏するものである。

【0085】ところで、図10のスイッチング電源装置80においては、第2のスイッチ素子であるトランジスタQ8のベースと直流電源V<sub>cc</sub>の他端との間にツェナーダイオードD8が接続されている。このツェナーダイオードD8はトランジスタQ8とともにリミット回路を

構成しており、これによって第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧(制御電圧)が所定範囲を超えないように制限している。すなわち、第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧は最大でも

$$V_{gs}(Q1) = V_z(D8) - V_{be}(Q8)$$

に制限される。ここで、 $V_{gs}(Q1)$ は第1のスイッチ素子Q1のゲート・ソース間電圧、 $V_z(D8)$ はツェナーダイオードD8のツェナー電圧、 $V_{be}(Q8)$ はトランジスタQ8のベース・エミッタ間電圧である。そのため、ワールドワイド入力のような入力電圧の範囲が広い場合においても、第1のスイッチング素子の制御電圧が所定範囲を超えるのを防止することができる。

【0086】図11に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図11において、図9と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0087】図11において、スイッチング電源装置65は、図9のスイッチング電源装置60における制御回路63に代えて制御回路66を有している。そして、制御回路66において、オフ期間制御回路64に代えてオフ期間制御回路67を、ターンオフ回路12に代えてターンオフ回路68を備えている。オフ期間制御回路67およびターンオフ回路68のオフ期間制御回路64およびターンオフ回路12からの変更点は、オフ期間制御回路67のフォトトランジスタPT1のエミッタがターンオフ回路68のトランジスタQ2のベースに接続されていることだけである。

【0088】このように構成されたスイッチング電源装置65の動作について以下に説明する。

【0089】まず、第1のスイッチ素子Q1がターンオフし、時定数回路を構成するコンデンサ10の端子間電圧が徐々に上昇しているときに、フォトトランジスタPT1を流れる電流はトランジスタQ2のベースに接続されているコンデンサC3の順方向の充電電流となる。すなわち、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間に、出力電圧検出回路61からのフィードバック信号に基づいて、ターンオフ回路68のターンオフを行うタイミングを早めるように構成されている。

【0090】軽負荷であるほど出力電圧の低下が遅く、フォトダイオードPD1に流れる電流が多いため、フォトトランジスタPT1の抵抗値が小さく、コンデンサC10の充電電流が少なく、逆にフォトトランジスタPT1を介するコンデンサC3の充電電流が多い。そのため、コンデンサC3は第1のスイッチ素子Q1がオフの間にある程度まで充電される。そして、コンデンサC10の充電が進んで端子間電圧が所定の値まで上昇するとトランジスタQ4がオンし、トランジスタQ3がオンし、さらに第1のスイッチ素子Q1がターンオンする。第1のスイッチ素子Q1がオンになると、帰還巻線N3から抵抗R6を介して流れ込む電流によってコンデンサ

C3が充電されるが、コンデンサC3はすでにある程度まで充電されているために、コンデンサC3の端子間電圧はすぐにトランジスタQ2をオンさせるレベルに達し、トランジスタQ2がオンし、第1のスイッチ素子Q1がターンオフする。このように、軽負荷時には第1のスイッチ素子Q1がオフの時にフォトトランジスタPT1を流れる電流によってコンデンサC3が充電されるために、ターンオフ回路68のターンオフを行うタイミングが早められ、第1のスイッチ素子Q1のオン期間が短縮される。このように、軽負荷時には第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が長くなり、逆にオン期間は短くなる。

【0091】一方、定格負荷の時には、フォトダイオードPD1に流れる電流が少なくなるため、フォトトランジスタPT1の抵抗値が少し大きくなり、コンデンサC10の充電電流が増え、逆にフォトトランジスタPT1を介してのコンデンサC3の充電電流が少なくなる。そのため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が短縮され、逆にオン期間が長くなる。

【0092】そして、重負荷時には、フォトダイオードPD1にはほとんど電流が流れないため、フォトトランジスタPT1の抵抗値はかなり大きくなり、その結果としてコンデンサC10はほぼ一定に保たれ、トランジスタQ4、Q3は常にオン状態となる。また、フォトトランジスタPT1を介してコンデンサC3を充電する電流はほとんどなくなる。この状態においては、オフ期間制御回路67は実質的に動作しないため、トランスTに蓄えられた磁気エネルギーが二次巻線N2から電流として流れ出し終わると、帰還巻線N3に発生するキック電圧によって第1のスイッチ素子Q1がターンオンし、一次巻線N1に電流が流れ始める。すなわち、重負荷時には通常のRCC方式のスイッチング電源装置と同様に電流臨界モードで動作するようになる。

【0093】以上のように、スイッチング電源装置65においては、軽負荷時にオフ期間を制御すると同時にオン期間の制御も行うことができる。また、重負荷時には電流臨界モードで動作させることができるために、スイッチング電源装置60のような常に電流不連続モードで動作するスイッチング電源装置に比べて、電流の休止期間がない分だけ電流が流れる期間における電流ピークを抑制することができる。スイッチング電源装置内部での損失は、重負荷時にはスイッチング損失よりも導通損失の方が支配的になるため、重負荷時にはスイッチング電源装置65の方がスイッチング電源装置60よりも損失が少なくなる。

【0094】図12に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図12において、図10と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0095】図12において、スイッチング電源装置9

0は、定電圧レギュレータ91と直流電圧源92を備えている。図12において、A点は直流電源Vccの一端（一次巻線N1の一端）を、B点は帰還巻線N3の一端を、C点は直流電源Vccの他端（帰還巻線N3の他端、グランド）を、D点は抵抗R13、R18およびR20の接続点を意味している。なお、図10においてはD点はA点に接続されていたものである。

【0096】まず、定電圧レギュレータ91は、抵抗R21およびR22とトランジスタQ10とツェナーダイオードD9とダイオードD10で構成されている。トランジスタQ10のコレクタは抵抗R21を介してA点に接続され、ベースはツェナーダイオードD9を介してC点に接続され、エミッタはダイオードD10を介してD点に接続されている。トランジスタQ10のベースは抵抗R22を介してA点にも接続されている。このように構成することによって、トランジスタQ10のベース電圧はツェナーダイオードD9のツェナー電圧に定電圧化され、その結果トランジスタQ10のエミッタはベースより約0.6V低い値に定電圧化される。

【0097】一方、直流電圧源92はダイオードD11とコンデンサC11で構成された整流回路で、ダイオードD11のカソードには帰還巻線N3に発生する電圧を整流したものが現れる。

【0098】そして、定電圧レギュレータ91のトランジスタQ10のエミッタはダイオードD10を介して直流電圧源92のダイオードD11のカソードに接続されるとともにD点に接続されている。

【0099】スイッチング電源装置90において、電源投入時には帰還巻線N3には電圧が発生していないために直流電圧源92は機能せず、定電圧レギュレータ91によって定電圧化された電圧がダイオードD10を介してD点に供給される。そして、帰還巻線N3に電圧が発生して直流電圧源92が機能し始めると、ダイオードD11のカソード電圧がトランジスタQ10のエミッタ電圧よりも高くなるために、直流電圧源92の出力電圧がD点に供給される。定電圧レギュレータ91からD点に供給される電流は遮断される。すなわち、ダイオードD10は直流電圧源92から定電圧レギュレータ91に電流が逆流するのを防止する機能を果たす。

【0100】このように構成されたスイッチング電源装置90においては、電源投入時以外には起動抵抗である抵抗R18には、直流電源Vccより電圧値の低い直流電圧源92からの電圧が印加される。そのため、直流電源Vccから直接電圧が印加される場合に比べて消費電力を低減することができる。

【0101】なお、このような定電圧レギュレータと直流電圧源を用いる構成は、上記のいずれの実施例においても適用可能で、スイッチング電源装置90の場合と同様の作用効果を奏するものである。

【0102】図13に、本発明のスイッチング電源装置

のさらに別の実施例の回路図を示す。図13において、図6および図9と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0103】図13において、スイッチング電源装置70は、図6のスイッチング電源装置30における制御回路32に代えて制御回路71を、出力電圧検出回路31に代えて出力電圧検出回路61を有している。

【0104】制御回路71においては、抵抗R16、R17と、コンデンサC11、C12およびC13と、電流源Icと、オペアンプQ5およびQ6と、基準電圧源Vref1およびVref2と、トランジスタQ7と、RSフリップフロップ72と、ドライブ段73と、フォトトランジスタPT1から構成されている。

【0105】ここで、抵抗R16とコンデンサC11からなる直列回路は帰還巻線N3の一端と他端の間に接続されている。ダイオードD7とコンデンサC12からなる整流回路も同じく帰還巻線N3の一端と他端の間に接続されており、その出力はドライブ段73を含む制御回路71の各構成要素の電源となっている。抵抗R16とコンデンサC11の接続点と基準電圧源Vref1は、それぞれオペアンプQ5の非反転入力端子および反転入力端子に接続されている。電流源Icと基準電圧源Vref2は、それぞれオペアンプQ6の非反転入力端子および反転入力端子に接続されている。オペアンプQ5とQ6の出力は、それぞれRSフリップフロップ72のR端子とS端子に接続されている。RSフリップフロップ72のQ端子はドライブ段73を介して第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続されている。トランジスタQ7のコレクタは電流源Icに接続され、エミッタは接地され、ベースは抵抗R17を介してオペアンプQ5の出力端子に接続されている。さらに、フォトトランジスタPT1のコレクタは電流源Icに接続され、エミッタは接地され、コレクタ・エミッタ間にはコンデンサC13が接続されている。

【0106】なお、抵抗R17、コンデンサC13、電流源Ic、オペアンプQ5およびQ6、基準電圧源Vref1およびVref2、トランジスタQ7、RSフリップフロップ72、およびドライブ段73は集積化されてIC74となっている。

【0107】ここで、図14に、スイッチング電源装置70における帰還巻線N3に発生する電圧Vn3と、オペアンプQ5の非反転入力端子に入力される電圧Vtriと、オペアンプQ6の非反転入力端子に入力される電圧Vfbと、第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧Vgの時間変化を示し、これを参照してスイッチング電源装置70の動作について説明する。

【0108】スイッチング電源装置70において、VfbがVref2に達すると、RSフリップフロップ72がセットされ、VgがHレベルになり、第1のスイッチ素子Q1がターンオンする(t0)。

【0109】第1のスイッチ素子Q1がターンオンすると帰還巻線N3に順方向の電圧が発生し、それによってコンデンサC11が充電され、Vtrigが上昇する。VtrigがVref1に達すると、RSフリップフロップ72がリセットされ、VgがLレベルになり、第1のスイッチ素子Q1がターンオフする(t1)。このとき、VtrigがVrefに達するまでの時間は、t0時点におけるVtrigが低いほど長くなる。また、トランジスタQ7がオンすることによって、Vfbは0Vとなる。

【0110】第1のスイッチ素子Q1がターンオフすると二次側に電流が流れ始め、それによって出力端子Poの電圧が上昇し、フォトダイオードPD1が発光する。同時に帰還巻線N3には逆方向の電圧が発生し、コンデンサC11を放電し、さらに逆方向に充電するため、Vtrigは負の電圧になる。

【0111】また、二次側に流れる電流がなくなる(t2)と、帰還巻線N3の電圧はリングングをはじめる。同時にVfbは再び上昇をはじめ、Vref2に達した時点でt0に戻り、これを繰り返す。このとき、Vfbの上昇の傾きはフォトトランジスタPT1によって決まる。負荷が軽いと、フォトダイオードPD1が発光量が多くなるためVfbの上昇も遅くなり、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間も長くなり、スイッチング周波数は低下する。

【0112】なお、Vtrigは図6に示したスイッチング電源装置30におけるトランジスタQ2のベース電圧と同様の動きをするため、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間が長いとVtrigが上昇して0Vに近づくため、第1のスイッチ素子Q1のオン期間は短くなる。

【0113】図15に、本発明の電子装置の一実施例の斜視図を示す。図15において、電子装置の1つであるプリンタ100は電源回路の一部として本発明のスイッチング電源装置1を使用している。

【0114】プリンタ100の印刷動作に関する部分は、印刷時には電力を消費するが、印刷動作をしない待機時にはほとんど電力を消費しない。そして、本発明のスイッチング電源装置1を用いているために、待機時の電力損失を低減し、効率の向上を図ることができる。

【0115】なお、図15に示したプリンタ100においては図1に示したスイッチング電源装置1を使用したか、図3または図5ないし図13に示したスイッチング電源装置10、20、30、40、50、60、65、70、80、90を使用しても構わないもので、同様の作用効果を奏するものである。

【0116】また、本発明の電子装置はプリンタに限られるものではなく、ノートパソコンや携帯情報機器など、電圧の安定な直流電源の必要なあらゆる電子装置を含むものである。

【0117】

【発明の効果】本発明のスイッチング電源装置によれば、オン状態の第1のスイッチ素子をターンオフさせるターンオフ回路と、出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて第1のスイッチ素子のターンオンを軽負荷になるほど大きく遅延させるオフ期間制御回路を有する制御回路を備え、しかも、オフ期間制御回路が、帰還巻線と第1のスイッチ素子の制御端子の間に直列に設けられ、出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第2のスイッチ素子を有することによって、軽負荷時ほどスイッチング周波数を低下させることができ、軽負荷時の消費電力を低減することができる。

【0118】また、本発明の電子装置によれば、本発明のスイッチング電源装置を用いることによって、効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスイッチング電源装置の一実施例を示す回路図である。

【図2】図1のスイッチング電源装置における負荷電力とスイッチング周波数との関係を示す特性図である。

【図3】本発明のスイッチング電源装置の別の実施例を示す回路図である。

【図4】図3のスイッチング電源装置における各部の電圧の時間変化を示す波形図である。

【図5】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図6】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図7】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図8】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図9】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図10】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図11】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図12】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図13】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図14】図13のスイッチング電源装置における各部の電圧の時間変化を示す波形図である。

【図15】本発明の電子装置の一実施例を示す斜視図である。

【符号の説明】

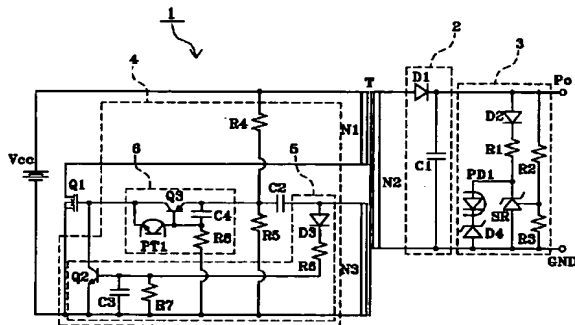
1、10、20、30、40、50、60、65、70、80、90…スイッチング電源装置

2…整流回路

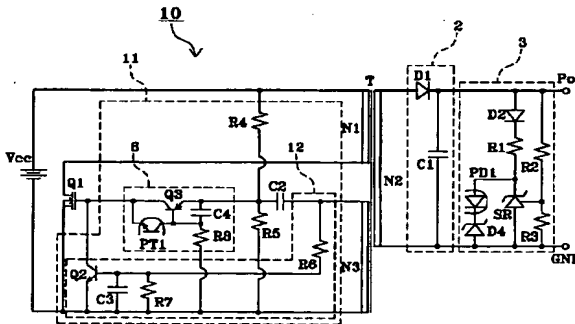
3、31、51、61…出力電圧検出回路  
 4、11、21、32、41、63、66、71、81  
 …制御回路  
 5、12、68…ターンオフ回路  
 6、22、33、42、64、67、82…オフ期間制  
 御回路  
 43…電圧供給回路  
 52、62…負帰還回路  
 74…IC  
 100…プリンタ  
 91…定電圧レギュレータ

92…直流電圧源  
 T…トランス  
 N1…一次巻線  
 N2…二次巻線  
 N3…帰還巻線  
 Vcc…直流電源  
 Q1…第1のスイッチ素子  
 Q2…第3のスイッチ素子  
 Q3、Q8…第2のスイッチ素子  
 C3…コンデンサ  
 D8…ツェナーダイオード（リミット回路）

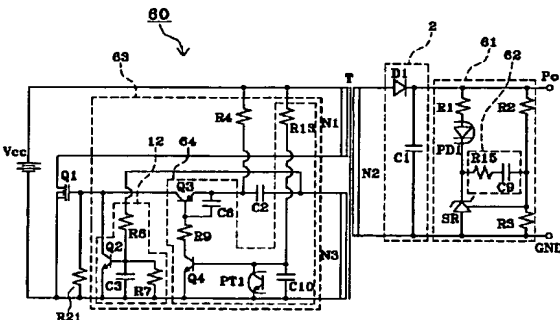
【図1】



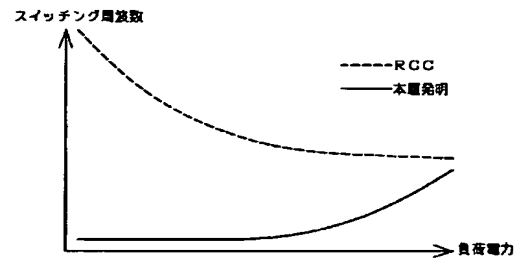
【図3】



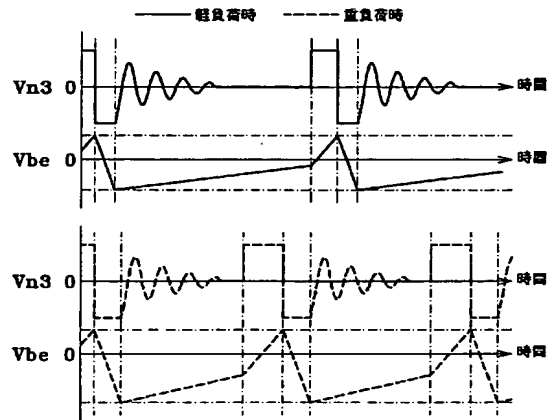
【図9】



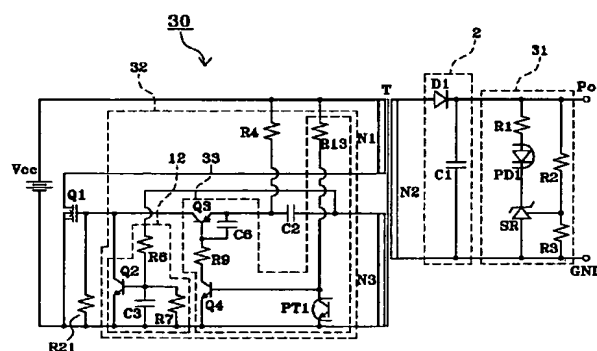
【図2】



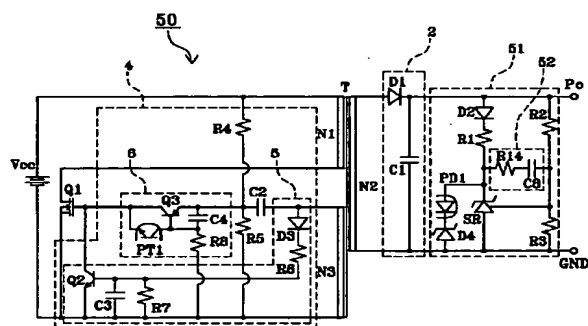
【図4】



【図 6】



【図 8】



【圖 1 1】

